LIETUVOS UNIVERSITETO TECHNIKOS FAKULTETO LEIDINYS.

HIDROTECHNIKA.

Dr. Inž. P. ČECHAVIČIUS
LIETUVOS UNIVERSITETO PROFESORIUS

BENDROSIOS ŽINIOS apie VANDENTIEKIUS



1923-1924 mokslo metų
Technikos fakultete paskaitos.

Kaunas — Valstybės Spaustuvė — 1925 m.

LIETUVOS UNIVERSITETO TECHNIKOS FAKULTETO LEIDINYS.

HIDROTECHNIKA.

Dr. Inž. P. ČECHAVIČIUS
LIETUVOS UNIVERSITETO PROFESORIUS

BENDROSIOS ŽINIOS
apie
VANDENTIEKIUS



1923-1924 mokslo metų
Technikos fakultete paskaitos.

Kaunas — Valstybės Spaustuvė — 1925 m.

Autoriaus žodis.

Lietuvos Universiteto Technikos Fakultete man buvo pavesta 1923—24 mokslo metais dėstyti bendrą vandentiekių kursą. Kadangi iš šio hidrotechnikos skyriaus išleista lietuvių kalba veikalo nėra, tai Fakultetas sutiko išleisti šį kursą. Einant Technikos Fakulteto programa, specialiam kursui skiriamos atskiros paskaitos tiems paskutinio semestro studentams, kurie dirba vandentiekių projektą. Bendrame hidrotechnikos kurse plačiau dėstomas klausimas apie versmių įrengimą ir tvenkinių statybą, tai šiame kurse duodamos tik bendrosios žinios ir nurodyti paskutiniai technikos laimėjimai.

Šiuo kursu norėjau duoti studentams medžiagos suprojektuoti nedidelį paprastą vandentiekį ir paraginti juos studijuoti tolimesnį specialų kursą.

Rašydamas šį kursą, turėjau šiuos veikalus:

R. Masse: Les Pompes,
Colombo: Manuel de l'ingénieur,
H. Engels: Handbuch des Wasserbaues,
A. Frühling: Die Wasserversorgung der Städte,
Förster: Taschenbuch für Bauingenieure,
Ivanov: Vodoprovody,
Čižov: Vodoprovody,
Genijev: Vodosnabženije Stancij.

Iš tų veikalų paimta keletas brėžinių ir formulių.

Sudarant šį kursą, man daug padėjo studetas A. Račiukaitis, parinkdamas ir grupuodamas medžiagą ir davinius; paruošti spaudai ir atlikti korektūrą Technikos Fakultetas pavedė docentui S. Kolupailai. Už atliktą darbą reiškiu jiems mano širdingos padėkos.

Įvadas.

Vanduo yra svarbiausia sudedamoji dalis žmogaus, gyvulių ir augalų kūnų (kai kuriais atvejais ligi 95%, pav., agurkai, kopūstai, arbūzai) ir yra butina jų gyvybės sąlyga. Štai delko senovės žmonių gyvenamos būklės būdavo įtaisomos prie upių, ežerų ar vandens versmių. Augant miestams ir kultūriniam gyvenimui, kilo reikalo tiekti vandenį į tas gyvenamasias vietas, kur jo trūkdavo. Taip antai, mums žinomi senoviškiausi gilūs šuliniai Kinuose ir kitur, kaip, pavyzdžiui, Jokūbo šulinys Galilejoje, Juozapo — Kaire; Samoso saloje VI šimtmetyje pr. Kr. buvo iškastas šulinys, iš kurio į miestą buvo išvestas vanduo 1000 metrų ilgio tuneliu. Ypatingai daug darbų tiekdami vandenį atliko romėnai. Jie ne tik ką davė Romos miestui puikaus kalnų versmių vandens, bet įtaisė puikų vandens tiekimą ir provincijose, kurių kai kurie dar ir dabar veikia, kaip Ispanijoje (Segovija, Sevilija), Prancūzijoje (Arlis, Lionas, Paryžius). Vanduo buvo tiekiamas atvirais kanalais ir akvedukais.

Viduramžiais, kaip bendrai visose srityse, pastebimas tos technikos puolimas. Nedidelė pažanga prasideda nuo XVIII šimtmečio. Tikra vandens tiekimo raida prasideda XIX šimtmečio viduryje, kartu su higienos mokslo pažanga ir moksliškai įtaisytais chemijos ir bakteriologijos tyrinėjimais.

Juo gyventojai daugiau naudoja vandens ir muilo, tuo jie švaresni, tuo visuomenės sveikata geresnė, mirtingumas mažesnis; ypatingai, jeigu kartu su vandentiekiu įtaisoma nuleidimas išnaudoto vandens ir kitų atmatų ir jųjų kenksmingų savybių panaikinimas. Tuose miestuose, kur vanduo palyginant lengva gauti ir pigu tiekti, jo naudojimas neribojamas bet kuriomis normomis, kaip Ciuriche, dalinai Maskvoj, atvirieji fontanai Romoje ir kitur. Bet kuomet vandenį tenka tiekti su didelėmis pridedamomis išlaidomis, tai tenka jo naudojimą siaurinti arba, tiksliau pasakius, labiau tvarkyti. Tuo reikalu įvedamas mokestis ar nuo žmogaus, ar nuo grindų ploto, teritorijos, ar nuo kiekio tikrai sunaudoto vandens (vandens matuotojai).

XIX šimtmečio pabaigoje viename vandens tiekimo kongrese buvo nustatytos vidurinei Europai vandens naudojimo normos:

Gerti, valgiui virti, praustis 1 žmogui per dieną .	20—30 ltr.
Skalbiniams plauti	10—15 „
Klozetams plauti (vieno)	5— 6 „
Gatvių pisuarams plauti vidutiniškai per dieną .	30 „
Nuolat bendriesiems pisuarams plauti per valandą	200 „
Tynė (vonia)	50 „
Sodams laistyti 1 m^2 vasaros dieną	1,5 „
Laistyti gatvei ir šaligatviui 1 m^2	1,5 „
Arkliui ar karvei per dieną	50 „
Vežimui plauti	200 „
Mokykloje 1 moksleiviui per parą	20 „
Kareivinėse 1 asmeniui per parą	20 „
Ligoninėje 1 ligoniui per parą	100— 150 „
Skerdykloje 1 papiautam dideliam galvijui . . .	300— 400 „
Atviram kranui gatvėje	3000 „
Stotyje kiekvienam vartojamam garvežimiui . .	6000—8000 „
Viešam fontanui atsižvelgiant į skersmenį per 1 valandą	10— 100 „
Gaisrininkų siurbliui per sekundę	5— 10 „

Šiais laikais naudojimas vandens miestuose labai įvairus, taip antai:

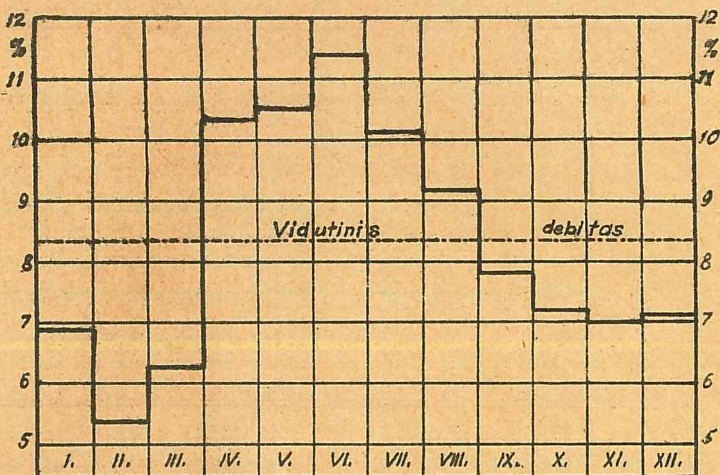
Niujorke	360 ltr. 1 gyventojui
Čikagoje	600 „
Bostone	480 „
Petrapilyje	216 „
Paryžiuje	200 „
Londone	168 „
Ciuriche	174 „
Odesoje	76 „

Sunaudoto vandens tiksli registracija žymiai pamažina vandens naudojimą, taip antai Ciuriche sumažėjo nuo 242 ligi 174, Magdeburge nuo 180 ligi 90 ir t.t.

Didelės reikšmės turi ir vandentiekio tinklo geras laikymas. Vandens nuostoliai bloguose ar senuose vamzdžiuose, bloguose kranuose, neprižiūrimuose klozetuose būna labai dideli; taip antai naujame Drezdeno vandentiekyje tie nuostoliai sudaro 0,5%, o sename Frankfurto ligi 40%.

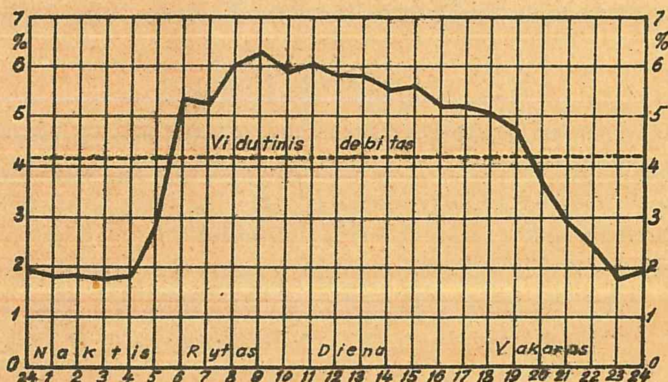
Br. 1.

Vandens naudojimas per atskirus mėnesius.



Br. 2.

Vandens naudojimas Berlyne per parą.



Projektuojant vandentiekį paprastose sąlygose, tai yra, kur nėra daug vandens naudojančių ypatingų fabrikų, ar vandens variklių, galima nedideliems, — ligi 100 000 gyventojų, miestams imti 1 gyventojui:

		jei numatomas naudojimo padidėjimas:
namų apyvokai . . .	35—51 ltr.	55 — 71 ltr.
pramonės tikslams .	15—30 „	25 — 40 „
viešiems reikalams .	5—14 „	15 — 24 „
v i s o . . .	55—95 ltr.	95—135 ltr.

Reikia pastebėti, kad vandens naudojimas nėra lygus. Jis stipriai svyruoja metų laikais, savaitės dienomis, paros valandomis. Didžiausias vandens naudojimas vasarą sausu laiku, prieš šventes, tam tikromis dienos valandomis.

Brėžinyje 1 ir 2 parodyti Berlyno vandentiekio debito svyravimai atskirais mėnesiais ir paros valandomis. Iš jų aišku, kad maksimumas tenka liepos mėn. (12 %), o minimumas sausiui (5 %). Paros maksimumas tenka laikotarpiui 9 — 10 v. (pietų virimas) (> 6%) ir minimumas — naktį (< 2%). Maksimalinį valandos debitą reikia imti 1,5 vidutinio debito arba maždaug 0,1 paros debito. Skaičiuojant, reikalinga imti dvigubą litrų skaičių numatyto vidutinio kiekio 1 žmogui per parą. Sekundinis debitas bus:

$$\frac{2 . n}{24 . 60 . 60}$$

kur n — priimtasai litrų kiekis 1 gyventojui per parą.

Skaičiuojant vandens kiekį, reikalinga atsižvelgti į gyventojų priaugimą. Pastaraisiais laikais pastebimas stiprus miestų didėjimas gyventojams besikeliant iš kaimų į miestą ir priemiesčiams suaugant su miestais. Vakarų Europoje jau apie 40% visų gyventojų gyvena miestuose, tuo tarpu kai praeito šimtmečio vidury miestuose gyveno ne daugiau kaip $^1/_4$ visų šalies gyventojų. Reikia pridurti, kad dideli centrai greičiau plečiasi, negu maži.

Vandens kokybė.

Tiekiamasai vanduo turi būti sveikas, tai yra be kenksmingų priemaišų, be kvapo, be spalvos, turi būti skanus. Chemiškai tyro vandens H_2O gamtoje nėra; kiekvienas vanduo turi priemaišų. Tos priemaišos gali būti ištirpusios ar neištirpusios, organinės ar mineralinės. Destiliuotas vanduo, nustojęs daugelio priemaišų, neskanus, ir prieš vartojant gėrimui prisotinamas dujomis (vanduo gautas iš jūrų ar sūriųjų ežerų).

Parenkant vandenį vandentiekiui reikia jį detaliai ištirti laboratorijoje. Paviršutiniam vandens tyrimui reikalinga vanduo įšildyti ligi 50° C. ir stebėti kvapą, Lengviausiai pastebimos žibamosios dujos, sieros vandenilis, amiakas. Vandens skonis taip pat geriau suvokiamas vandenį pašildžius; jaučiama, kiek vanduo turi kartaus, rūgštaus, metalinio skonio. Kvapas gali būti pašalintas davus vandeniui nusistoti, už tat nemalonų skonį pašalinti labai sunku. Vandens spalva randama, žiūrint į baltą lapą per tiriamą vandenį, palyginus ją su spalva to pačio lapo, žiūrint per destiliuotą vandenį.

Palšos ar rusvos spalvos vanduo, kuris po kai kurio laiko kiek susidrumsčia, reikia laikyti nepageidaujamu vandeniu. Vanduo stipriai drumstas, kaip pav. upių vanduo, nusistovėjęs ar filtruotas labai dažnai tampa tyras ir visai tinkamas gerti. Geriausia vidutinė vandens temperatūra laikoma 9—12° C.; pageidaujama, kad tos temperatūros svyravimai vasarą ir žiemą būtų nedideli.

Labai svarbu rasti vandens kietumo laipsnis. Kasdieniame gyvenime kietu vandeniu vadiname tokį vandenį, kuriame blogai suverda daržovės, ypatingai žirniai ir pupos, blogai pritraukiama arbata, kuris blogai paleidžia muilą, gadina puodus (priaugina akmens). Vandens kietumas atsiranda nuo buvimo vandenyje didesnio ar mažesnio kiekio kalkių, magnezijos ar kitų šarminių junginių. Vakarų Europoje priimta kietumą skaičiuoti laipsniais, būtent, 100000-ui vandens dalių 1 dalis CaO arba 0,7 MgO sudaro 1 kietumo lapsnį vokiečių normomis; anglų ar prancūzų normos ima pagrindan kiekį $Ca\,CO_3$ vandeny ir 56 vokiečių lapsniai atatinka 100 prancūzų arba 70 anglų laipsnių. Priimta laikyti vandentiekiams negeistinu vandenį, kietesnį kaip 20° vokiečių laipsnių. Vanduo mažiau kaip 10 laipsnių kietumo vadinamas minkštu. Skalbiant, muilo stearino rugštis su magnio ar kalkių druskomis duoda netirpstančius junginius, tai yra muilas neputoja. Esant labai kietam vandeniui, muilo nuostoliai, kuro išlaidos katilams ir jų remontas sudaro gyventojams tokių didelių išlaidų, jog apsimoka atsisakyti naudoti panašų vandenį, nors ir pigų, o imti naudotis kad ir sunkiau gaunamu, bet minkštesniu vandeniu. Perdaug minkštas vanduo higienistų taip pat nerekomenduojamas, nes pageidaujama žmogaus organizmui duoti kai kurių druskų. Paryžiaus vandens kietumas: Senos vanduo — 11°, Marnos vanduo — 15°, Londono — 13 - 13,5°, Petrapilio (Nevos) — 1,9°, Odesos (Dniestro) — 6 - 8°.

Kitų mineralinių junginių gali būti 100000-yje vandens dalių: ne daugiau kaip 3—5 dalys valgomosios druskos, ne daugiau kaip 8 dalys SO_3, ne daugiau kaip 1 dalis N_2O_5. Amijakas visiškai neleistinas. Organinių dalelių negali būti daugiau, kaip kiek gali sujungti viena dalis $KMnO_4$.

Vandenyje labai dažnai pasitaiko geležies druskų priemaišų, dažniausiai Fe_2O_3, kuris su vandeniu pereina į $Fe_2(OH)_6$, o išdžiovinus duoda charakteringus smulkius rudus miltelius. Geležis sveikatai nekenkia, tačiau sudaro daug nepatogumų. Ji nudažo ruda spalva geležies dalis, audinius, indus, kenkia cheminiams procesams, gamybai valgomųjų produktų ir t. t. Be to, kur yra geležies, ten greitai veisiasi ypatingos bakterijos, vadinamos geležies bakterijomis, ir tam tikri pirminiai augalai (algae), kurie stipriai užteršia vamzdžius ir rezervuarus. Praktikoj 100000 vandens dalių neturi turėti daugiau kaip 0,03 dalių geležies. Vandens nuo geležies valymas eina, palyginant, greitai ir pigiai vadinamajai aeracijai padedant. Jeigu vandenyje yra daug CO_2 ar rūgščių, tai šios padeda švinui tirpti vandenyje, kas pastebima įvedant vandenį į namus švino vamzdžiais. Švino druskos labai kenksmingos, ir atsiradus tokiam vandeniui reikalinga vamzdžius palivoti.

Sprendžiant vandens tinkamumo klausimą, reikalinga kreipti daug dėmesio į bakteriologinius tyrinėjimus. Tik gilių artezinių šulinių vanduo neturi bakterijų; paprastai jų labai daug. Sunku atskirti bakterijos daugiau ar mažiau mūsų organizmui nekensmingos nuo patogeninių; del to manoma, kad kuo bakterijų mažiau, tuo mažiau bus jų tarpe kenksmingų. Higienistai mano, kad viename cm^3 vandens dar galima kęsti ligi 100 bakterijų.

Reikia pastebėti, kad bakterijos labai greitai veisiasi, ir sakomasai skaičius liečia vandenį tik ką paimtą iš vandetiekio versmės. Kaipo pavyzdį galima nurodyti Miuncheno bakteriologinius tyrinėjimus, kur vanduo tik paimtas iš šulinio turėjo nuo 5 ligi 10 bakterijų viename cm^3, o per parą jų buvo jau 10500, per 4 paras 315000, nors vanduo atrodė visai tyras. Ši apystova aiškinama tuo, kad daugelis bakterijų nepaprastai smulkūs padarai: ne daugiau kaip 0,001 mm.

Sistemingi bakteriologiniai tyrinėjimai reikalingi ne tik pirmiems vandentiekio darbams, bet ir eksploatuojant. Konstatuota daugelis atvejų, kada grįžtamosios šiltinės, choleros ir kitų užkrečiamų ligų epidemijos plito del to, kad tų ligų bakterijomis buvo

užkrėstas vandentiekio vanduo; atvirkščiai, epidemijos buvo neilgos ir nestiprios, kada vandentiekis duodavo tyrą ir gerą vandenį.

Kaipo nevykusio šulinių vandens tiekimo pavyzdį nurodysime profesoriaus Šimkaus tyrinėjimus, padarytus Kaune 1924 metais. Tie tyrinėjimai parodė, kad kuone visi šuliniai daugiau ar mažiau užteršti. Geresnės miesto dalies viešo šulinio vandenyje rasta, palyginant su 1888 m. Šveicarijoje chemikų kongreso leistinomis normomis:

NH_3	rasta: 0,0323 gr.,	leistina: 0,0002 gr.	1 litre
N_2O_3	„ 0,0106 „	„ 0	
N_2O_5	„ 0,0262 „	„ 0,02	
Cl_2	„ 0,2559 „	„ 0,02	
Sausų liekanų	„ 0,1217 „	„ 0,01	
Organinių dalių	„ 1,2488 „	„ 0,5	
Kietumas (vok.)	„ 22,4°	„ ligi 20°	
Mikroorganiz.	„ 1330	„ „ 50	1 cm³.

Maždaug tą pat rasime visuose gyvenamų vietų šuliniuose ar versmėse, tekančiose netoli nuo užterštų ir gyvenamų vietų.

Vandentiekio versmės.

Vandentiekio versmės gali būti:

a) antžemio — upės, ežerai, tvenkiniai, renkančios lietaus vandenį cisternos;

b) požemio — požemio vanduo, versmės, drenažo vanduo, artezinis vanduo.

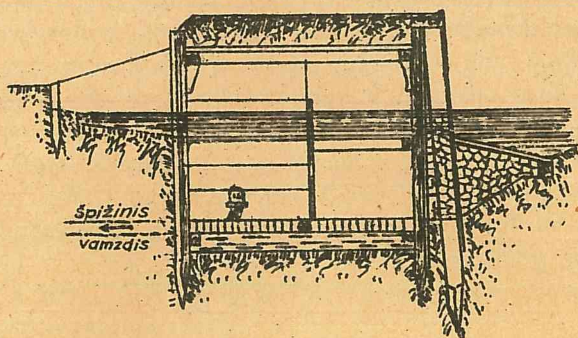
Iš upių teikiamasai vanduo, paprastai, yra labai minkštas, su dideliu kiekiu dumblo ir drumzlių, ypatingai pavasarį. Neretai vandenį užteršia aukščiau esą fabrikos ar gyventojai.

Daugelio higienistų tyrinėjimais (darbų pradžia Pettenkoffer'o), tekąs vanduo turi ypatybes pats save padaryti nekenksmingu. Nusistovėjimu ar filtracija galima atsiekti puikių rezultatų, kaip antai: Odesa gauna vandenį iš Dniestro upės, kuris turi ligi 1% drumzlių ir smėlio; filtracija duoda visai tyrą skaidrų vandenį su 16 bakterijų 1 cm.³.

Kai kurio nepatogumo sudaro ta apystova, kad upės vanduo vasarą pasiekia 20° C., o žiemą — arti 0°, tuo tarpu kai gyvenime pageidaujama vasarą turėti vėsinantį, o žiemą šiltoką vandenį.

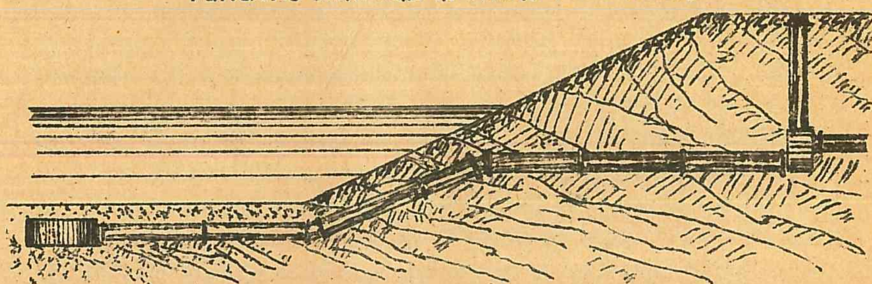
Br. 3.

Vandens ėmimas iš upės (Hercberg)



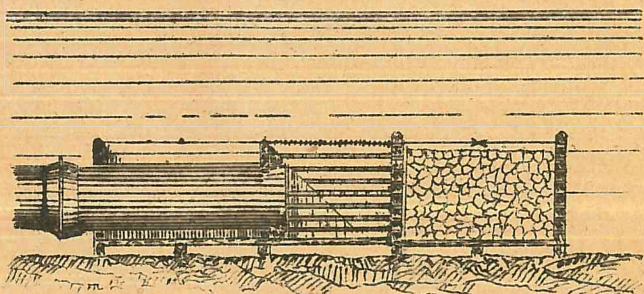
Br. 4.

Vandens ėmimas iš Reino (Vormsas).



Br. 5.

Vandens ėmimas iš Ontario ežero (Torontas)



Brėžinyje 3 parodyta sistema vandeniui imti iš upės, įtaisius šulinį iš špuntuotų lentų ir tašų. Nuo upės šono supilama akmenų prizmė, kuri vaidina pradžios filtro rolę. Į vandentiekį vanduo patenka pro vamzdį, kuris turi saugos sietelį. Brėžinyje 4 parodytas vandens ėmimas iš Reino upės Vormso miestui. Semiamasai vamzdis su saugos sieteliu padėtas į tam tikrą iškastą griovį upės dugne, ir užpiltas žvyriu. Žvyrio sluogsnis iškošia vandenį nuo dumblo ir plūduruojančių vandeny dalelių. Upėse reikalinga kreipti dėmesio į ledo ėjimą ir semiamąjį vamzdį apsaugoti nuo ledo. Reikia taip pat daboti, kad semiamasai vamzdis nebūtų įtaisytas toje vietoje, kur galima laukti didelio ledo susigrūdimo, kaip kuomet siekiančio ligi dugno. Tokių atsitikimų yra buvę, ir tuomet miestai likdavę kai kuriam laikui be vandens, pav. Petrapilis 1914 m.

Vandens tiekimas iš ežerų skiriasi nuo vandens tiekimo iš upių įtaisų didumu. Mat, ežeruose su nuožulniais krantais geresnis vanduo yra giliau, o pas krantus vandeny pastebima drumzlių, nuplaunamų nuo žemės paviršiaus ar prileistų apylinkės gyventojų. Sulig projektu tiekti vandens Petrapilio miestui iš Ladogos ežero semiamąjį vamzdį buvo manoma tiesti į ežerą daugiau kaip 1,5 kilometro. 5 brėžinyje parodyta sistema ėmimo vandens Toronto miestui iš Ontario ežero Šiaurės Amerikoje. Vandens ėmimo vieta aptverta mediniu rentiniu, primestu akmenų. Iš vidurinės dalies į krantą nutiestas medinis vamzdis, kurio dalys sujungtos geležies fliancais. Medinis sietas ties vamzdžio žiotimis neleidžia stambioms drumzlėms patekti į jį.

Vandens tiekimas iš kūdrų paskutiniais laikais smarkiai plečiasi. Kūdrų sudarymui parenkamos daubos su upeliais ar upėmis. Paprastai naudojama ne vien tik tekąs upės vanduo, bet, dažniausiai, surinktas pavasarį ar didelių liūčių metu sniego ar lietaus vanduo. Kūdrai sudaryti, paprastai, statoma tvenkinys patogioje vietoje, ten, kur dauba siaurėja ar kur gružas geresnis. Labai gera statyti tvenkinį ten, kur negiliai esama ištisos uolos, ant kurios galima statyti tvenkinio pamatas. Apie tvenkinių įtaisymą paaiškinta tvenkinių skyriuje. Brėžinyje 6 parodyta semiamasai vamzdis viename iš daugelio Vokietijos tvenkinių (Marklisa). Špižo vamzdis nutiestas tunelyje, padarytame tvenkinio sienoje. Jis uždaromas juška tam tikru mechanizmu iš viršaus ir kitu atsarginiu tunelyje. Šiais laikais daugelis didelių miestų naudojasi ar išimtinai kūdrų vandeniu (Briukselis, Lježas, Diussel-

dorfas), ar bent dalinai (Paryžius, Niujorkas, Bruklynas). Atliktieji ir atliekamieji Reino provincijoj (Rūro apskrities) bandymai parodė, kad vanduo, būdamas tokiose kūdrose ramus ir kai jo yra daug (milijonai kub. metrų), nepūna, bei, atvirkščiai, turi išsivalymo ypatybę. Taip antai, upelio vanduo, davęs ligi 5000 bakterijų 1 cm^3, šešias sąvaites buvęs kūdroje, pasirodė turįs jų vos keletą dešimčių. Bandymai Anglijoje parodė, kad šiltinės bakterijos laikėsi 33 dienas tyrame versmės vandenyje; tos bakterijos žūdavo Temzos vandenyje per 9—19 dienų, bet labai ilgai gyveno ir plėtėsi sterilintame vandenyje. Matyt, įvairios rūšies vandens bakterijos naikina patogenines bakterijas; labai tyras, nekenksmingas vanduo padeda patogeninėms bakterijoms išriedėti.

Lietaus vandens rinkimas labai dažnai praktikuojamas šiltame klimate ir sausose vietose. Lietaus vanduo nuteka nuo stogų ir kitų lygių paviršių į tam tikras cisternas, kur ir laikomas. Žinoma, pradėjus lyti, dalis vandens nuplauja stogą ir nuteka, o jau tyresnis vanduo renkamas į cisternas. Brėžinyje 7 parodytas Venecijos cisternos tipas. Jos gilumas apie 3—4 metrų; ji pastatyta iš plytų su pucolana ar cementu. Dugnas išbertas sluogsniu žvyrio su anglimi, o viršus apibertas tyru smėliu. Tai filtro sluogsnis. Vanduo leidžiamas nuo stogų, trotuarų, gatvių. Panašių cisternų Venecijoje esama apie 2000, o jų statymo pradžia siekia į viduramžius. Cisternas reikalinga laikas nuo laiko valyti, o filtro sluogsnis keisti nauju.

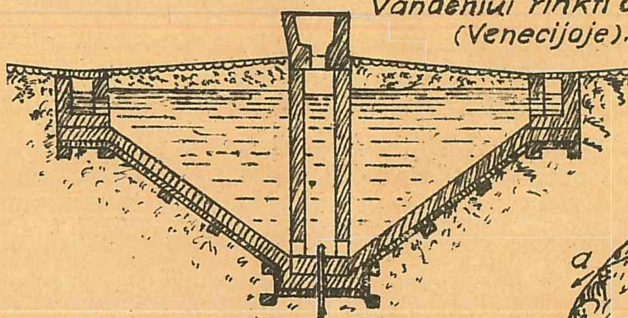
Vietose kur vandentiekiui trūksta kitokių vandens versmių, net gi lietaus, vartojamas destiliuotas vanduo (k. a. Aden, Perim). Vanduo, prieš vartojamas, reikalingas aeracijos, bet vis tiek neskanus trūkstant druskų.

Versmės ir šuliniai.

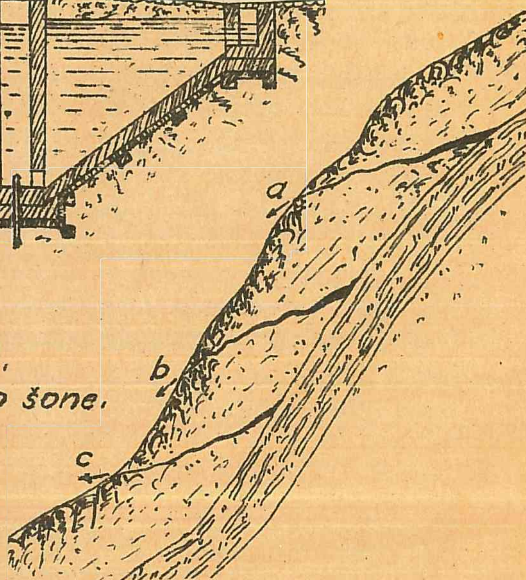
Versmės būna dviejų rūšių: puolančios (šaltiniai) ir kylančios (fontanai). Puolančios versmės atsiranda ten, kur vandeningas žemės sluogsnis prasikiša į žemės paviršių, arba kur viršutiniame sluogsnyje susidaro gamtos anga (plyšys), pro kurią vanduo teka iš vandeningo sluogsnio į žemės paviršių.

Dažnai praktikoje tenka spręsti klausimas, kaip padidinti versmės debitą. Nurodysime keletą pavyzdžių. Jeigu mes turime, kaip brėžinyje 8, kalno šoną, iš kurio pro keletą vietų sunkiasi

Br. 6.
Vandentiekio semiamasai vamzdis
Marklisos tvenkinyje.



Br. 7.
Vandeniui rinkti cisterna
(Venecijoje).



Br. 8.
Versmės kalno šone.

vanduo, pav., taškuose a, b, c. Jeigu mes žymiai praplėsime išėjimą į c, o angas b ir a uždarysime, tai aišku, debitas c stipriai padidės, gali būti didesnis už buvusių a, b, c versmių debitų sumą, nes debitas $Q = Fv = F\varphi\sqrt{2gh}$, tai yra, didinant F ir h, debitas turi būti didesnis. Jeigu mes stipriai padidinsime išeinamąją angą a, be to toje vietoje atidengsime vandeningą sluogsnį, tai, galimas daiktas, kad suimsime visą vandenį, ir šaltiniai b ir c išnyks. Kaip kuomet vandeningas sluogsnis guli ant vandens nepraleidžiančio sluogsnio, turinčio įlenktą paviršių, kaip parodyta brėžinyje 9. Parodytoji versmė maitysis arti esančių vietų vandenimis. Jeigu mes ją pagilinsime ir statmenai padidinsime išeinamosios angos dydį, tai iš pradžios vandens tekės daugiau tol, kol visa vandens atsarga neištekės ir kol versmė negrįš į buvusias sąlygas, tai yra, pradės tiekti vandenį, atitekantį iš jo baseino. Panašiais atvejais debito padidėjimas bus tik laikinas.

Tikresnis būdas debitui padidinti yra vandens renkamųjų galerėjų įtaisymas, apie ką kalbama hidrotechnikos kurso kitoje dalyje. Čia kiek paprotausime teoriškai apie vandens kiekį, kurio galima laukti iš panašių įrengimų. Imkime, kad vandens lygis yra gulstinas, o vandeningasai sluogsnis vienos rūšies (10 brėž.). Vandeningojo sluogsnio storis H. Veikiant vandens renkamajai galerėjai, vandens lygis ties galerėja nuslūgs ligi a, o galerėjoje vandens aukštis bus h. Požemio vandens lygis išrodys, kaip brėžinyje; kreivoji, kuria nuslūgs tas lygis, vadinasi depresijos linija. Bandymais patirta, kad ta linija yra parabolė ir pareina nuo vandens tekėjimo greičio koeficiento k ir gružo pralaidumo koeficiento k_1. Darcy'o bandymai, vėliau pakartoti, parodė, kad k pareina nuo vandeningojo sluogsnio žvyrio rupumo. Tuo būdu rupaus žvyrio $k = 0{,}005$; smėlio, paprastai vartojamo filtruose, kuomet jo grūdų skersmuo apie 0,8 milimetro, $k = 0{,}0008$. Laboratorijose rastos k_1 ribos nuo 0,1 ligi 0,35 ir pareina ne vien nuo grūdų rupumo, bet ir nuo jų susitvarkymo, kuomet vanduo gali tekėti išilgai, kai grūdai sugulę lygia greta, arba turi tekėti kreivu ar laužtu keliu, jeigu grūdai guli nelygia greta su viens kitu. Darcy rado, kad vandens greitis vandeningame sluogsnyje

$$v = k\frac{H}{L},$$

kur k yra aukščiau parodytasai koeficientas, pav., $0{,}0008$, o $H:L$ — vandens lygio nuolydis.

Pažymėsime per v_x vandens dalelės greitį kai kuriame taške M su koordinatėmis x ir y, tai jiems netrūkstamai kintant:

$$v_x = \frac{dy}{dx}k$$

ir vandens renkamosios b ilgio galerėjos debitas Q:

$$Q = k_1 y b v_x = k_1 k y b \frac{dy}{dx}$$

Integruodami, gausime:

$$Qx = k k_1 b \frac{y^2}{2} + C$$

jei $x = O$ ir $y = h$, turėsime:

$$-k k_1 b \frac{h^2}{2} = C$$

reiškia:

$$Q = \frac{k k_1 b (y^2 - h^2)}{2x}$$

ir

$$y^2 = \frac{2Qx}{k k_1 b} + h^2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

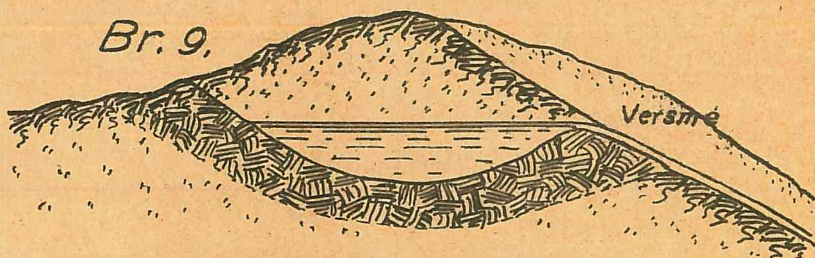
kas ir parodo depresijos linijos parabolės lygtį.

Kraštutinėms reikšmėms $y = H$ ir $x = L$ rasime

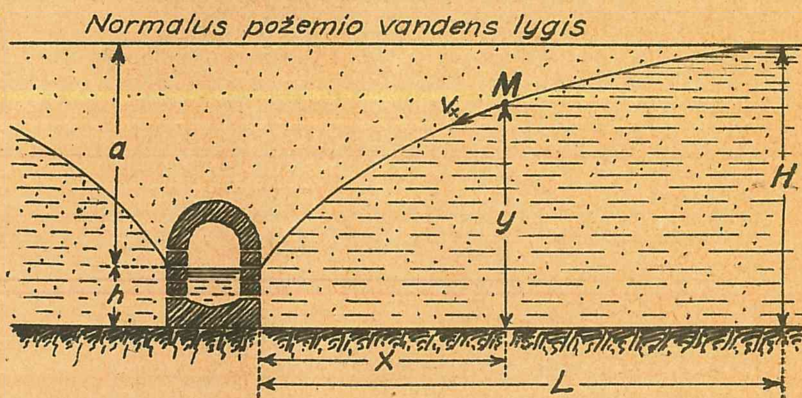
$$Q = \frac{k k_1 b (H^2 - h^2)}{2L} = \frac{k k_1 b (H + h) a}{2L} \qquad \ldots\ (2)$$

Jeigu į vandens renkamąją galerėją vanduo atiteka iš abiejų pusių, tai galerėjos debitas bus $2Q$. Lygtis (2) parodo mums, kad Q bus didesnis, didinant a ar mažinant L. Jei mums pavyks tai atsiekti, tai santykis $H : L$ gali būti toks didelis, kad greitis v pradės plauti gružą ir nešti į galerėją. Todel pageidaujama ties pat galerėja daryti skaldinio, žvyrio ar akmenų pylimą, kuris palaikytų vandeningojo sluogsnio daleles. Projektuojant vandens renkamąsias galerėjas, reikalinga padaryti bandomoji galerėja depresijos linijai rasti, tai yra dydžiams H, h, L, o lygiai koeficientams k ir k_1.

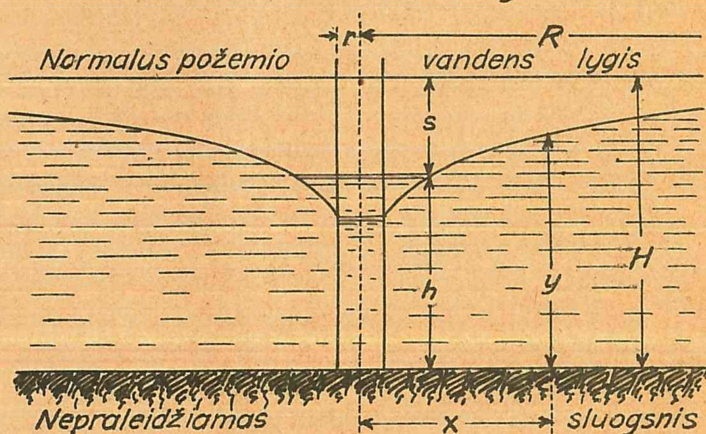
Jeigu renkamosios galerėjos vieton įtaisysime šulinį $2r$ skersmens (11 brėž.), iškastą ligi nepraeinamo sluogsnio, tai to šulinio veikimas paplis spindulio R apskritimu. Tegu vandens



Br. 10. Depresijos kreivoji.



Br. 11. Šulinio depresija.



aukštis šulinyje bus lygus h, kai išsiurbimas yra tolyginis ir nuolatinis, tai yra lygus atitekėjimui; tuomet, Darcy'o tyrinėjimais:

$$Q = yx\ 2\pi v_x k_1 \quad \text{ir} \quad v_x = k\frac{dy}{dx}$$

iš kur: $Q = y\,x\ 2\pi k k_1 \dfrac{dy}{dx}$ ir $\displaystyle\int\frac{Q\,dx}{x} = \int 2\pi k k_1 y\,dy$

$$\text{ir } Q\,lg\,nat\,x = k\ k_1 y^2\pi + const.$$

jei $x = r$ ir $y = h$:

$$Q\,lg\,nat\,r = k k_1 h^2\pi + const.$$

o atimdami paskutinius reiškinius vieną iš kito, gausime:

$$Q\,lg\,nat\frac{x}{r} = k\ k_1\pi(y^2 - h^2)$$

$$Q = \frac{k\ k_1\pi(y^2 - h^2)}{lg\,nat\frac{x}{r}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$y^2 = \frac{Q}{k k_1 \pi}\ lg\,nat\frac{x}{r} + h^2 \quad \ldots\ldots\ldots (4)$$

Tąja lygtimi išreiškiama depresijos kreivoji.

Kraštutinėms reikšmėms $x = R$ ir $y = H$:

$$Q = \frac{k\ k_1\pi(H^2 - h^2)}{lg\,nat\frac{R}{r}} = \frac{k\ k_1\pi(H+h)(H-h)}{lg\,nat\frac{R}{r}} \ldots (5)$$

Iš šio reiškinio aiškėja, kad Q padidės mažinant h ir didinant r. Praktikoj šulinio gilinimas, tai yra mažinimas h, leidžiama tik ligi tam tikrų ribų, būtent, ligi išsiurbimo ribos, jeigu bus reikalinga įtaisyti į šulinį siurblys. Šulinio skersmens r didinimas praktikoj taip pat turi ribas. Mat, perdaug didinti skersmenį nenaudinga ekonomijos atžvilgiu. Geriau turėti keleta šulinių mažesnio skersmens. Šulinio skersmenį galima parinkti taip, kad jo šono paviršius vandeningame sluogsnyje turėtu plotą, kokį leidžia greitis, neišplaunąs gružo ir neišnešąs jo dalelių. Iš tikrųjų, įsivaizduokime aplink šulinį ritinį. Kad ir kažin kaip didinsime ritinio skersmenį, pro jo šoninį paviršių negali praeiti daugiau vandens, kaip kiek duoda vandeningas sluogsnis išsiurbimui papildyti. Del to juo ritinio skersmuo didesnis, tuo ir

vandens greitis didesnis. Iš to aiškėja. kad mes galime parinkti tokį skersmenį, prie kurio greitis

$$v = \frac{Q}{2\pi r h k_1}$$

neišplaus gružo, ir šulinį daryti tokio didumo. Praktikoje pirmiausia reikalinga visa eilė bandomųjų šulinių, arba ištirti esamus senus šulinius. Iš tų tyrinėjimų galima rasti šulinio Q, prie kurio šulinio lygis nesikeičia; tuomet rasime R ir h; iš jų galima rasti $k k_1$ turimai vietai, pav.: turimojo šulinio skersmuo = 2 m., $h = 5$ m.; $Q = 30$ sek. ltr. = 0,03 m^3; jei bandymo gręžime 20 m. nuotolyje nuo šulinio prie nuolatinio išsiurbimo $y = 6$ m., tai iš 5 formulės:

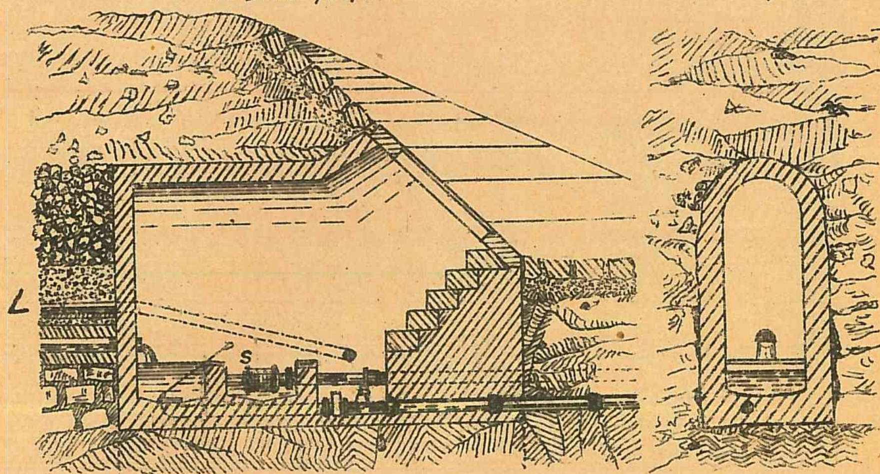
$$k k_1 = \frac{0{,}03 \ lg\,nat \frac{20}{1}}{\pi (6^2 - 5^2)} = 0{,}0023.$$

R, paprastai, nuo 200 ligi 500 m. Jis galima rasti tiesiog, arba suskaičiuoti sprendžiant parabolės kreivąją. Turint šiuos davinius, vandentiekio tikslams galima apskaičiuoti Q ir r. Tiekiant vandens dideliam miestui, tenka įtaisyti visa šulinių sistema, kasant juos vienas nuo kito ne arčiau kaip $2R$, kad jie nebūtų vienas kito depresijos srityje. Patiektos formulės pirmą kartą buvo rastos inžinieriaus Thiem'o ir vėliau daugelį kartų buvo patikrintos tyrinėjant vandentiekį įvairių miestų (k. a. Strasburgo, Miuncheno, Armantjero).

Reikia pastebėti, kad vandens tiekimas dideliems centrams iš šulinių turi būti suprojektuotas su visokeriopa atsarga, nes meteorologija ir hidrologija, būdami jauni mokslai, neturi ilgamečių stebėjimų, o šuliniai ir viršužemio vandens pareina nuo vietos drėgmenų ir sniego tirpimo sąlygų. Taip antai, Armantjero (š. Prancūzijoj) versmės duoda nuo 200 ligi 300 sek. ltr.; didelių lietų metu jų debitas kyla ligi 1100 sek. ltr., o ilgu sausmečiu puola ligi 37 sek. ltr. Vienos miesto daliai tiekimas buvo apskaičiuotas vidutiniam debitui 1000 sek. ltr., o sausmečiu jisai nupuolė ligi 200 sek. ltr. Visiems gerai žinomas faktas, kad sausmečiu daugelis versmių ir upelių visiškai išdžiūsta.

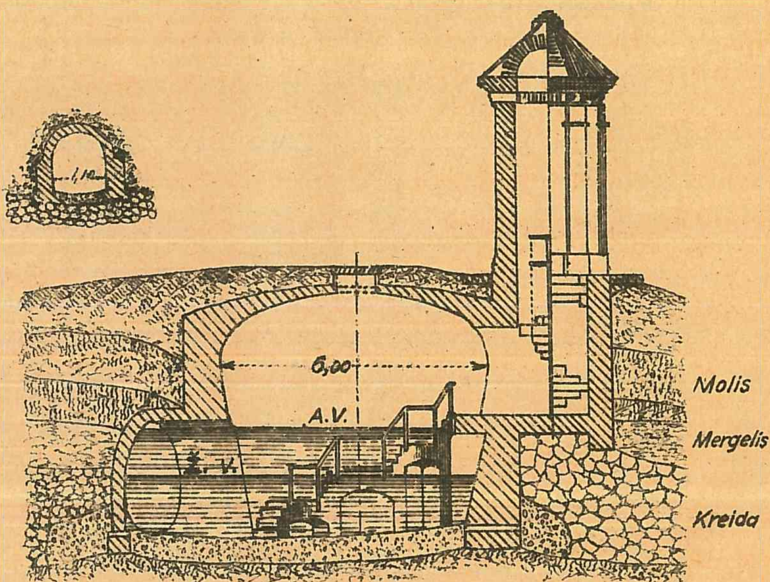
Kai kuomet būna naudinga pasinaudoti upės vandeniu, įsisiurbiančiu į žemę. Čia gali būti keli nuotikiai, atsižvelgiant į vietos konfiguraciją. Požemio tekmės gali tekėti į upę ir ją maitinti; bet gali atsitikti, kad upė juos maitina. Todel šulinių ir

Puolančios versmės įrengimas Reiselfingene.

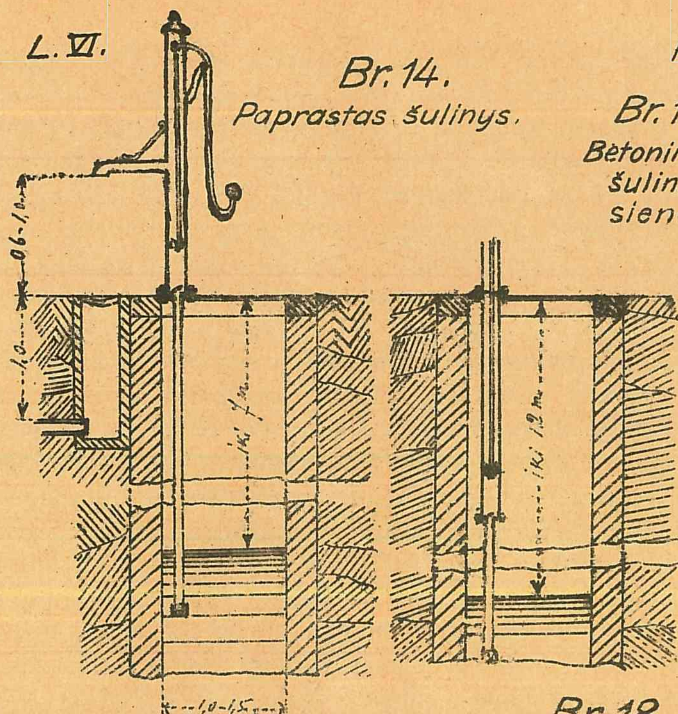


Br. 13.

Kylančios versmės įrengimas Lilyje.

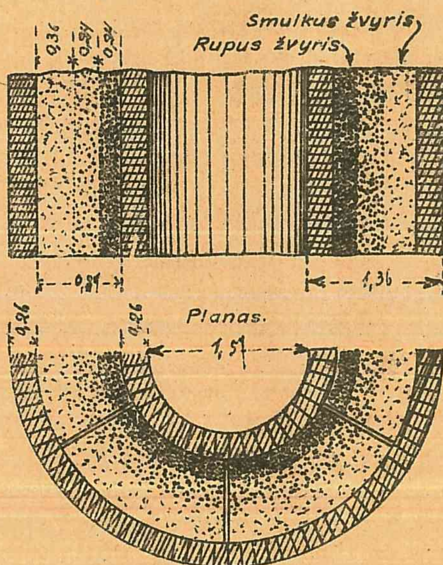


Br. 14.
Paprastas šulinys.

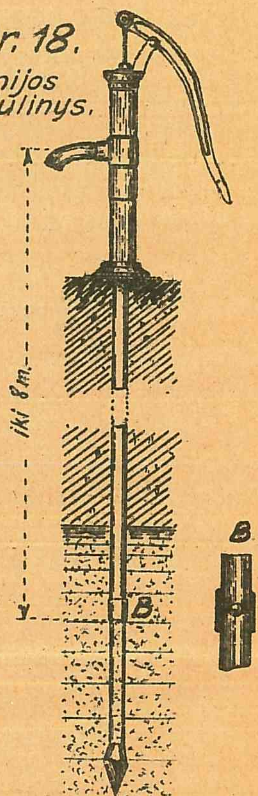


Br. 15.
Betoninio šulinio siena.

Br. 16.
Šulinys su dvilypėmis sienomis.



Br. 18.
Abisinijos šulinys.



renkamųjų galerėjų sutvarkymas gali būti įvairus. Pastebint bandomųjų šulinių temperatūrą, galima rasti riba požemio vandens, kurį maitina upė ar kitos versmės. Tos ribos radimas reikalingas požemio tekmės bendrajai galiai, depresijos linijai ir debito kitėjimams rasti. Kai kuomet naudojamasi požemio vandeniu, persisunkiančiu iš upės, įtaisius renkamąją galerėją lygia greta su upės tekme netoliese nuo jos. Tokios galerėjos sienelė iš upės šono įtaisoma su angomis vandeniui įtekėti, o iš priešingos — nepraleidžiama. Brėžinyje 12 parodytas puolančios versmės įrengimas, Reiselfingeno (Badene) m. vandentiekiui. Versmė yra kalne ir į ją per 20 mtr. padėtas keramiko vamzdis, apklotas skaldiniu ir žvyriu. Vamzdis *L* nuleidžia vandenį, kuris gali patekti nuo dirvos paviršiaus. Iš pirmo baseino vanduo persipila į antrą, iš ten vamzdžiu *S* pro sietelį patenka į miesto vandentiekį. Vandens perteklius vamzdžiu *R* išleidžiamas laukan. Brėžinyje 13 parodytas įrengimas kylančios versmės Lilio vandentiekio (Prancūzijoj). Vanduo patenka pro dugną, išklotą žvyriu jau po to, kai jis dirbtinai buvo pagilintas, išėmus kreidos sluogsnius. Išėmus gružą, aplink tą šulinį esanti erdvė užpilta mušta kreida, o aukščiau grūstu moliu ir žeme, kad viršužemio vanduo nepatektų į vandentiekį. Brėžinyje 14 parodytas tipas paprasto šulinio su rankiniu siurbliu ir įsiurbiamuoju vamzdžiu. Praktikoj įsiurbimo aukštis gali būti ligi 7 m. Pàtsai šulinys gali būti padarytas iš medinio rentinio, sukràuto akmens ar betono. Dugnas gali būti, gali jo ir nebūti. Paskutiniais laikais dažnai įtaisomi šuliniai iš betoninių vamzdžių. Tie vamzdžiai susideda iš žiedų. Apatinis žiedas su stačiomis išpiovomis ar skylėmis; jeigu jis turi dugną, tai ir dugnas gali būti skylėtas. Labai giliuose akmeniniuose šuliniuose tenka daryti geležies sąvaržos. Brėžinyje 15 parodytas gilus betoninis šulinys su geležiniais žiedais, viduj išklotas glazuruotomis plytomis. Kai kuomet išklojimas daromas iš skardos ar plonos geležies lapų. Brėžinyje 16 parodytas šulinys su dvilypėmis sienelėmis. Tarp sienelių įpilta rupaus žvyrio, paskui vidutinio rupumo žvyrio, o iš lauko — smėlys. Šiuo atveju gaunamas šulinys su filtru. Kai kuomet vieton akmens ar betono daromi šuliniai iš špižinių ar geležinių vamzdžių. Brėžinyje 17 parodytas šulinys Milhauzo miesto (Prancūzijoj). Špižo žiedai 1 m. aukščio su rebordomis iš vidaus nuleisti ligi vandeningo sluogsnio 19 m. gilumoje; vanduo teka pro šulinio apačią; be to, šulinys maitinasi dar

vamzdžiu, kuris renka vandenį nuo žvyrio sluogsnio, gilumoje 8,7 m., ir kitu vamzdžiu, teikiančiu vandenį iš kito šulinio, esančio aukščiau.

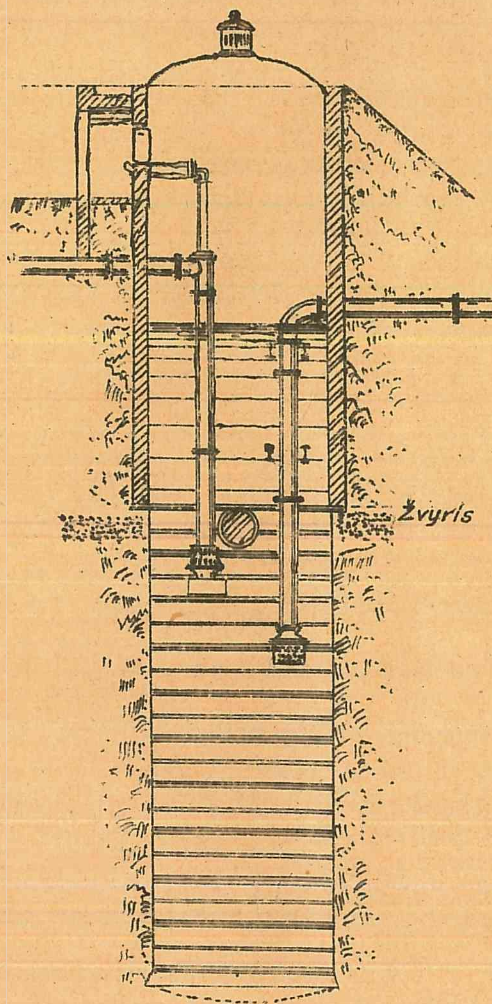
Šulinio statymas atliekamas dvejopai: kasama duobė, įsigilinant į vandeningąjį sluogsnį ir išsemiant vandenį. Į tokiu būdu iškastą duobę dedamas šulinio dugnas, arba pirmas žiedas, ant kurio ir dedamas reikiamas skaičius kitų žiedų. Tarpas apačioje tarp žemės ir šulinio užpilamas skaldiniu, žvyriu, rupiu smėliu, iš viršaus grūdžiamas molis su žeme. Smėlys ir skaldinys filtruoja, o sugrūstas molis ir žemė neleidžia į šulinį viršužemio vandens. Panašiai galima statyti nedideli negilūs šuliniai namų reikalui. Jų skersmuo, paprastai, nuo 1 ligi 2—3 metrų, o gilumas 5—6 m.

Kasant didelius ir gilius šulinius, patogesnis yra kitas būdas: žemė negiliai iškasama ir statomas apatinis medinis, betoninis ar metalinis žiedas; patogiausia, jeigu jis turi peilį (bendrai aštrią apačią); ant to žiedo kraujamas šulinys. Iš apačios žemė pakasama, ir šulinys grimsta. Pasiekus vandeningą sluogsnį ir atsiradus daug vandens, kurį išsiurbti sunku, galima dirbti su norija (netrūkstama grandinė su semtuvais). Galima pilti vandens į gružą po šulinio rentiniu ir išsiurbti laukan jau skystą gružą kartu su vandeniu. Galima dirbti panaudojant suspaustą orą, kaip kad daroma įtaisant tiltų paramas.

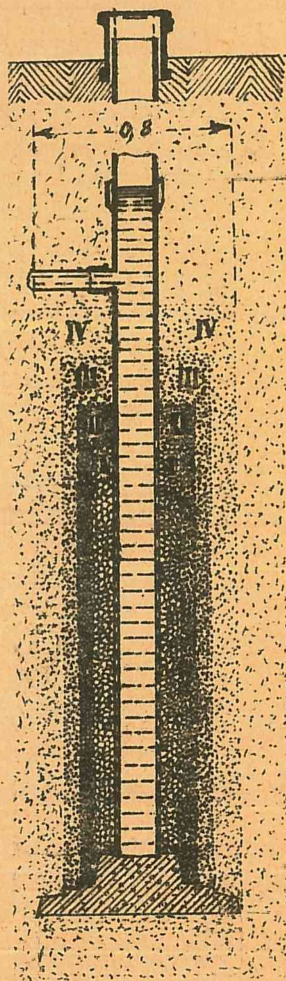
Paminėsiu, kad įtaisant vieną gilią štolnę (stačias įėjimas į kasyklą), kada reikėjo praeiti keletas stipriai vandeningų sluogsnių, kurių vanduo užliedavo darbus, buvo įtaisyta šaldytuvai ir sušaldytas vandeningo sluogsnio reikiamas sklypas; tuomet, palaikius ilgą laiką tą sluogsnį sušalusį, jį galima buvo pereiti be kliūčių.

Nedideliems namų vandentiekiams ar laikiniems įtaisymams labai parankūs vadinamieji Abisinijos arba Nortono šuliniai. Tai geležies vamzdis, pasibaigiąs skylėta cinkuota dalimi apie 1 metro ilgio, gale nuaštrintas (brėž. 18). Į minkštą gružą ir negiliai tas vamzdis lengvai įkalamas (kaip kuomet įsukamas). Dideliam gilumui į vamzdžio vidurį įstatomas geležies strypas, su kuriuo vamzdis kujais įkalamas į gružą. Įkalus, strypą išima, o prie vamzdžio pritaiso siurblį. Šulinio vamzdžio skersmuo 0,03—0,05 m. Siurblys dirba ligi 8 m. gylio; cinkuota skylėtoji vamzdžio dalis tarnauja filtru. Gero abisiniškų šulinių veikimo pavyzdžiu yra Bruklyno miesto vandentiekis; 450 tokių šulinių, sujungtų tarpu

Br. 17.
Milhouso šulinys.



Br. 19.
Niurenbergo gręžtas šulinys.



savęs renkamaisiais vamzdžiais, duoda per parą ligi 84 000 m^3 vandens.

Gręžtieji šuliniai įtaisomi kai vandeningas sluogsnis yra žymiai giliau; jie daromi iš vienas su kitu susuktų geležinių vamzdžių. Apatinė vamzdžio dalis, paprastai, turi angas. Jeigu vandeningasai sluogsnis susideda iš rupių grūdų, tai vamzdis neužsiteršia, kitaip reikalinga sudaryti jam filtro sluogsnį. Apatinę gręžimo dalį pripildo skaldiniu, arba apatinę vamzdžio dalį iškloja variniu ar cinkiniu sieteliu; kai kuomet į vamzdžio vidurį įstatomas varinis ar cinkinis sietelis nupiauto kūgio pavidalo. Tas sietelis vamzdyje pakabinamas ir užsiteršus ištraukiamas. Brėžinyje 19 parodytas originalus būdas sulaikyti labai smulkų smėlį, iš kurio susideda vandeningasai sluogsnis Niurenbergo m. vandentiekio. Iš pradžios buvo nuleistas nuleidžiamasai 0,8 m. vamzdis, kurio gale buvo pritaisyta betoninė plyta su koncentriniais laiptais. Į pirmą laiptą buvo nuleista 15 cm. šulinio vamzdis su skylėmis; į antrą laiptą buvo nuleistas skardinis vamzdis; pirmasis protarpis buvo užpiltas rupiu skaldiniu, kurio grūdų skersmuo — 16 mm.; į trečią laiptą nuleido kitą vamzdį, ir protarpį tarp pirmo ir antro pripylė 8 mm. žvyrio; panašiu būdu buvo pripilti 4 mm. ir 2 mm. sluogsniai; paskui skardinius ir nuleidžiamąjį vamzdį ištraukė ir pasidarė filtras, neleidžiąs užsiteršti šulinio viduriui.

Arteziško vandens tiekimas. Arteziškas vanduo randasi kiek didesnėje gilumoje ir susirenka nuo didesnio ploto. Labai dažnai tas plotas siekia šimtus tūkstančių kv. kilometrų. Todel vandens lygis maža tepareina nuo vietinio sausmečio, nes arteziškas vanduo, būdamas žymioje gilumoje, reikalingas ilgesnio laiko, kad jį pasiektų lietaus, sniego ar net viršutinis požemio vanduo; nepareina taip pat nuo metų laiko. Labai dažnai arteziškas vanduo, išvestas į žemės paviršių, muša, kaip fontanas, arba bent pakyla gręžtame šulinyje. Gręžimų giluma didoka. Technikoje žinomi pavyzdžiai gręžimo apie 2000 m., pav., kalnų darbuose Anglijoje; paprastai arteziškas šulinys turi ligi 1000 m. gilumo (Paryžiuje Heberto aikštėje 720 m., Galvestone — 900 m.).

Paskutiniais laikais gręžimo technika stovi gan aukštai įvairių prietaisų dėka, o, ypatingai, kai pradėjo išgręžtąjį gružą išimti išplaudami jį vandeniu; tie darbai kainoja dabar, palyginant, nebrangiai; šia prasme arteziški šuliniai patogūs, nes duoda ligų vandenį. Nelaimė ta, kad iš anksto negalima atspėti

vandens nei kiekio, nei kokybės. Bendrai sakant, arteziškų šulinių debitas pats savaime eina mažyn; debitas mažėja taip pat ir padidėjus gręžimų skaičiui. Taip antai, Paryžiuje arteziškas šulinys Pasi, pirmiau davęs 16 000 m³ vandens per parą, dabar teduoda 5000 m³. Arteziškas šulinys Drezdene visai išdžiuvo. Arteziškas šulinys Petrapilyje duoda per parą 5000 m³ šilto mineralinio vandens, netinkamo nei gerti, nei technikos reikalams. Pado upės slėnyje, kur yra daugybė arteziškų šulinių irigacijos reikalams, pastebimas greitas vamzdžių gedimas; tai atsitinka esant vandenyje CO_2 ir tirpstant jame geležiai.

Vandentiekio tinklo skaičiavimas.

Iš hidraulikos žinome, jog iš indo, į kurį įpiltas netamprus skystis, pav. vanduo, jis tekės pro angą tam tikru greičiu v:

$$v = \sqrt{2gh},$$

kur g yra laisvai puolančio kūno greitėjimas, lygus 9,81 mtr./sek.^{2} o h — aukštis nuo vandens lygio ligi angos centro. Tas teoretinis greitis mažesnis už tikrąjį v_1, nes greitis mažėja nuo trinties; jų santykis vadinamas greičio koeficientu φ:

$$v_1 = \varphi v,$$

vidutiniškai: $v_1 = 0{,}96\, v$. Jei vanduo teka pro angą plonoje sienelėje, tai čiurkšlė susiaurėja; jos skersmuo mažėja ligi 0,8 diametro angos; susiaurėjusios čiurkšlės plotas sudaro arti 0,64 angos ploto F. Santykis čiurkšlės ploto su plotu angos vadinamas susiaurėjimo koeficientu α.

Vandens debitas Q išreiškiamas greičio ir čiurkšlės ploto sandauga:

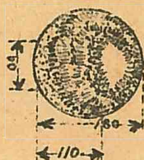
$$Q = v_1 \alpha F = \alpha \varphi F \sqrt{2gh} = \mu F \sqrt{2gh} \quad . \; . \; . \; . \quad (6)$$

koeficientas μ vadinasi debito koeficientu ir lygus apytikriai 0,615.

Įsivaizduokime sau kai kurį rezervuarą su pastoviu vandens lygiu N—N (brėž. 20). Iš rezervuaro išvestas vandentiekis, kurio įvairiose vietose A, B, C, D, E įstatyti piezometriniai statūs vamzdeliai; vamzdelis A visai arti prie rezervuaro. Uždarius vandentiekio išleidžiamąją angą K, visuose vamzdeliuose nusistatys hidrostatinis lygis, tai yra lygis N — N. Kuomet atidarysime angą K,

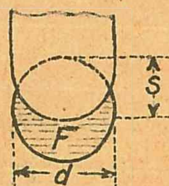
Br. 20. Vandentiekio schema.

Br. 21. Užaugęs vamzdis.

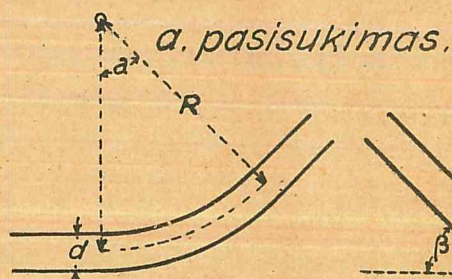


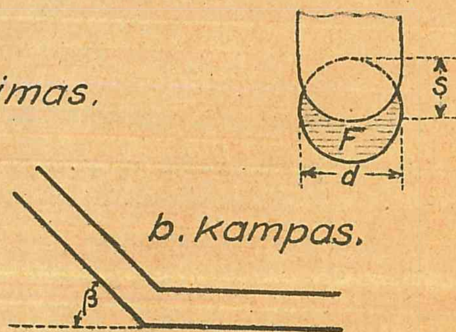
Br. 22.

c. juška.



a. pasisukimas.





b. kampas.

tuomet vanduo tekės greičiu v, o lygis piezometriniuose vamzdeliuose gaus vadinamą hidraulinę kreivąją $M-M$. Jau vamzdelyje A lygis bus žemesnis už $N-N$; tas puolimas pareina nuo vandens įgauto greičio

$$v = \sqrt{2g\,h_0}$$

ir nuo trinties nuostolių įtekant į vamzdelį; jis rastas bandymais ir išreiškiamas formule:

$$h_0 = (1 + 0{,}505)\,\frac{v^2}{2g} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Skirtumas tarp hidrostatinės ir hidraulinės linijų piezometriniuose vamzdeliuose h_1, h_2, h_3... vadinamas slėgimo nuostoliu; jis pareina išimtinai nuo vandens trinties vamzdyje, tai yra nesikeičia prie kitų vamzdžio krypčių, kaip, pavyzdžiui, parodyta brėž. 20 punktyru. Piezometrinių vamzdelių vieton galima įtaisyti manometrus; tuomet slėgimas būtų matuojamas atmosferos slėgimu, o ne vandens stulpo aukščiu.

Pažymėsime vandentiekio tinklo taškų A, B, C, D.... aukščius nuo kai kurio horizonto $O-O$, pav., jų niveliacijos altitudes, z_0, z_1, z_2, z_3... Kiekviename taške, pav. C, atstumas ON bus pastovus:

$$ON = OC + CM + MN = const.$$

Tas dėsnis vadinamas B e r n u l l i'o dėsniu. Pastovi suma trijų aukščių susideda iš:

1) padėties aukščio $OC = z$,

2) slėgimo aukščio CM, kuris gali būti išreikštas slėgimu p į ploto vienetą, dalytu iš lyginamojo svorio δ,

3) greičio aukščio arba slėgimo nuostolio

$$MN = \zeta\,\frac{v^2}{2g}.$$

Todel B e r n u l l i'o lygtis atrodo taip:

$$z + \frac{p}{\delta} + \zeta\,\frac{v^2}{2g} = const.$$

Ši suma pastovi visiems vandentiekio taškams ir lygi atstumui vandens paviršiaus rezervuare $N-N$ nuo horizonto $O-O$.

Projektuojant vandentiekį, vietos konfigūracija duoda z; $p:\delta$ randama, žiūrint, kokiam tikslui vanduo yra tiekiamas, pav., į namus, gaisrininkų reikalams ir t. t.; $\zeta\,\frac{v^2}{2g}$ skaičiuojama.

Nupuolimas lygio h dviejuose gretimuose piezometriniuose vamzdeliuose nuotolyje L geistina turėti kiek galima mažesnis; jis proporcingas vamzdžio ilgiui L, perimetrui P, atvirkščiai proporcingas vamzdžio skersiniam plotui F ir yra greičio v funkcija:

$$h = \alpha L \frac{P}{F} f(v),$$

kur α — trinties koeficientas.

Kadangi apskrituose vamzdžiuose $P:F = \pi d : {}^1/_4 \pi d^2 = 4:d$, kur d — vamzdžio diametras, tai:

$$h = \alpha L \frac{4}{d} f(v)$$

ar maždaug:

$$h = \alpha L \frac{4}{d} \frac{v^2}{2g} = \xi \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

kur $\xi = 4\alpha$.

Dydis ξ rastas daugelio hidrotechnikų. Daugiau žinomos formulės:

Weisbach'o:

$$h = \left(0{,}01439 + \frac{0{,}0094711}{\sqrt{v}}\right) \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad \ldots\ldots (10)$$

ir Darcy'o:

$$h = \left(0{,}01989 + \frac{0{,}0005078}{d}\right) \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} \quad \ldots\ldots (11)$$

Paskutinė formulė rasta naujiems špižiniams vandentiekio vamzdžiams. Patsai Darcy's pataria gautą slėgimo nuostolį padidinti dvigubai, jeigu vamzdžiai seni. Bendrai paėmus, daugiklis 2 yra perdidelis ir tetinka vamzdžiams jau labai pagadintiems geležies oksidų ir geležies bakterijų, kaip tai parodyta 21 brėžinyje—vieno Anglijos seno vandentiekio vamzdžio profilyje.

Jau matėme, kad slėgimo nuostolis pareina nuo trinties vamzdyje, ir del to gale vandentiekio, kurio ilgis L, jis pasireikš formule:

$$h = \left(1 + 0{,}505 + \xi \frac{L}{d}\right) \frac{v^2}{2g} \quad \ldots\ldots (12)$$

o laisvasai slėgimas

$$h'_n = H - h_n$$

Jei atidarysime kraną, esantį vamzdžio gale, tai tekėjimo greitis

$$v_n = \varphi \sqrt{2g\,(H - h_n)}$$

bus mažesnis, negu teoretinis greitis, kuris turėtų būti:

$$v = \varphi \sqrt{2gH}$$

Jeigu vamzdžio gale kraną panaikinsime, ir vanduo tekės pilnu piūviu, tai laisvasai slėgimas bus:

$$h'_n = O \text{ ir } H = h_n,$$

tai yra visas slėgimas eikvojamas trinčiai vamzdyje; greitis vamzdyje bus lygus tekėjimo greičiui:

$$v_n = v = \sqrt{\frac{2gH}{1 + 0{,}505 + \xi \frac{L}{d}}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; (13)$$

Ligi šiol buvo kalbėta apie trintį tiesiuose vamzdžiuose. Kreivuose vamzdžiuose (22a brėž.) slėgimo nuostolis pagal Weisbach'ą:

$$h_1 = \zeta_1 \frac{\alpha}{90^0} \frac{v^2}{2g} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (14)$$

del $\frac{d}{R}$ =	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
ζ_1 =	0,131	0,138	0,158	0,206	0,295
del $\frac{d}{R}$ =	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
ζ_1 =	0,440	0,661	0,977	1,048	1,978

Kampams (22b brėž.) pagal Weisbach'ą:

$$h_2 = \zeta_2 \frac{v^2}{2g} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (15)$$

$$\zeta_2 = 0{,}946 \sin^2 \frac{\beta}{2} + 2{,}047 \sin^4 \frac{\beta}{2} \quad . \; . \; . \; . \; (16)$$

del β =	20^0	40^0	60^0	80^0	90^0	100^0	120^0	140^0
ζ_2 =	0,046	0,139	0,364	0,740	0,984	1,260	1,861	2,431

Mažėjant vamzdžio skersmeniui, pav., juškose (22c brėž.):

$$h_3 = \zeta_3 \frac{v^2}{2g} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (17)$$

del $\frac{s}{d}$ =	0	$^1/_8$	$^1/_4$	$^3/_8$	$^1/_2$	$^5/_8$	$^3/_4$	$^7/_8$
ζ_3 =	0,00	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8

Labai greitai uždarant kraną, ypatingai jei jis yra apatinėje vandentiekio dalyje, gaunamas hidraulinis smūgis, del kurio staiga didėja slėgimas. Hidraulinis smūgis matuojamas gyvąja jėga A:

$$A = \frac{1000\ F\ L}{g}\ \frac{v^2}{2} \qquad \text{(18)}$$

kur F — vamzdžio plotas, L — jo ilgis. Kai kuriais atvejais hidrauliniai smūgiai esti labai dideli ir reikalinga imtis priemonių jiems susilpninti. Paprastai, tuo reikalu ties laukiamojo smūgio vieta statomas atviras aukštas stačias vamzdis, kuris priima į save padidintą slėgimą, pakeldamas vandenį, ir tuo naikina smūgio vandentiekio vamzdyje padarinius.

Be nurodytų (10) ir (11) formulių, žinoma daug kitų, daugiau kaip 50 autorių. Iš jų labai patogios praktikoje laipsnio formulės, ypač vartojant nomogramas jų sprendimui. Tokios:

Flamant'o formulė:

$$h = a\ \frac{v^{1,75}}{d^{1,25}}\ L \qquad \text{(19)}$$

kurioje a naujiems vamzdžiams $=$ 0,00074, seniems $=$ 0,00092.

Lampe's formulė:

$$h = 0{,}000755\ \frac{v^{1,802}}{d^{1,25}}\ L \qquad \text{(20)}$$

Labai dažnai, skaičiuojant vandentiekį, vieton v į empirines formules įstatomas vandens debitas Q :

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{4}{\pi}\ \frac{Q}{d^2} \quad \text{arba} \quad v^2 = 1{,}621\ \frac{Q^2}{d^4}$$

tuomet slėgimo nuostolis:

$$h = 1{,}621\ \xi\ \frac{Q^2}{d^5}\ \frac{L}{2g} = 0{,}0826\ \xi\ \frac{Q^2}{d^5}\ L \qquad \text{(21)}$$

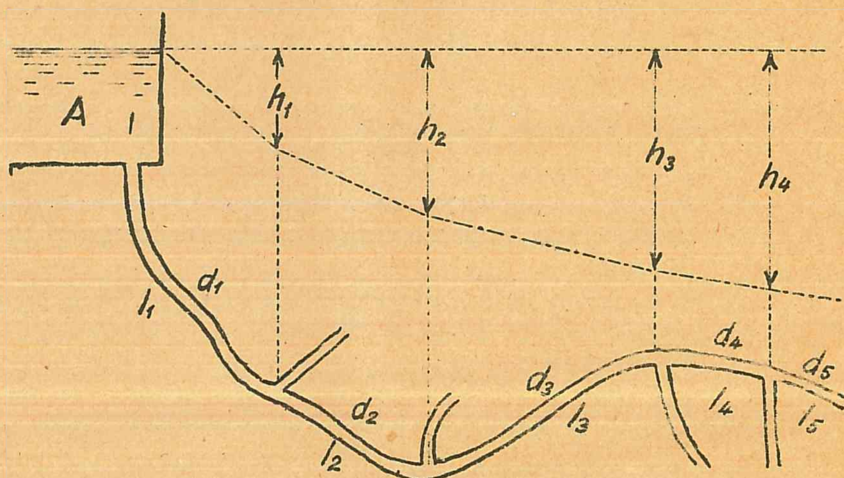
ir, pavyzdžiui, sulig Flamant'o formule:

$$h = 1{,}525\ a\ \frac{Q^{1,75}}{d^{4,75}}\ L \qquad \text{(22)}$$

Pavyzdys 1. Rezervuaras A (brėž. 23) gauna vandenį iš šulinio K. Iš rezervuaro pravestas vamzdis ABC, ilgio 1000 mtr., diametro 10 cm., iki kranui C, nuo kurio eina šaka CD, 12 mtr. ilgio ir 5 cm. diametro, į rezervuarą D. Atidarius kraną C, rezervuaras D, talpumo 60 mtr^3., turi būti pripildytas per 4 valan-

Br. 23.
Paprastojo vandentiekio schema.

Br. 24.
Sudėtinio vandentiekio schema.



das. Altitudės: krano C: $a_1 = 13$ mtr., taško D: $a_2 = 25$ mtr., žemės paviršiaus prie rezervuaro A: $a_4 = 18$ mtr.

Reikalinga surasti vandens horizonto aukštį x rezervuare A.

Vandens greitis vamzdžiuose:

$$v = \frac{4\,Q}{\pi\,d^2} = 1{,}273\,\frac{Q}{d^2}$$

$$Q = \frac{60}{4\,.\,60\,.\,60} = 0{,}00417 \text{ mtr}^3./\text{sek.} = 4{,}17 \text{ sek. ltr.}$$

vamzdyje ABC: $d_1 = 0{,}10$ mtr.; $v_1 = 0{,}531$ mtr./sek.
vamzdyje CD: $d_2 = 0{,}05$ mtr.; $v_2 = 2{,}12$ mtr./sek.

Slėgimo nuostoliai:

1) greičiui v_1 įgyti ir trinčiai įeinant į vamzdį nugalėti, pagal (7):

$$h_1 = (1 + \zeta_0)\,\frac{v_1^2}{2g} = (1 + 0{,}505)\,\frac{v_1^2}{2g} = 0{,}022 \text{ mtr.}$$

2) dviejuose vamzdžio ABC pasisukimuose, pagal (14), prie $d{:}R = 0{,}3$:

$$h_2 = 2\,\zeta_1\,\frac{v_1^2}{2g} = 2\,.\,0{,}158\,\frac{v_1^2}{2g} = 0{,}004 \text{ mtr.}$$

3) greičiui v_2 vamzdyje CD įgyti ir pro kraną C praeiti:

$$h_3 = (1 + \zeta)\left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}\right) = (1 + 0{,}8)\left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g}\right) = 0{,}386 \text{ mtr.}$$

4) rezervuaro D pasisukime, priimant $d : R = 0{,}2$:

$$h_4 = 2\,\zeta_1\,\frac{v_2^2}{2g} = 2\,.\,0{,}138\,\frac{v_2^2}{2g} = 0{,}063 \text{ mtr.}$$

5) einant vamzdžiu ABC:

pagal Weisbach'o formulę (10): $h_5 =$ 4,07 mtr.
„ Darcy'o „ (11): 3,60 „
padidinant 1,5 kartų seniems vamzdžiams: 4,80 „
pagal Lampe's formulę (20): 4,29 „
„ Flamant'o „ (19): 4,35 „
t. p. seniems vamzdžiams, prie $a = 0{,}00092$: 5,40 „
mūsų pavyzdžiui paimsime Flamant'o vidutinę reikšmę:

$$h_5 = 4{,}88 \text{ mtr.}$$

6) einant vamzdžiu CD, pagal Flamant'ą, prie $a = 0{,}00083$:

$$h_6 = 1{,}577 \text{ mtr.}$$

Suma nuostolių

$$\Sigma h = h_1 + h_2 + \dots = 6{,}94 \text{ mtr.}$$

turi būti lygi skirtumui horizontų $a_3 - a_2$, o aukštis

$$x = a_3 - a_4 = \Sigma h + a_2 - a_4 = 6{,}94 + 25 - 18 = 13{,}94 \text{ mtr.}$$

Iš palyginimo $h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0{,}475$ mtr. su $h_5 + h_6 =$ 6,48 mtr. matyti, jog nuostoliai tekant vamzdžiais daug didesni, kaip kiti nuostoliai; tie lieka nuolatiniais, o nuostoliai vamzdžiuose auga proporcionaliai vamzdžių ilgiui. Todel praktikoje skaičiuojama tiktai nuostoliai tekėjimo vamzdžiais, o kitiems nuostoliams pridedama 5—10%. Mūsų pavyzdyje

$$\Sigma h = 6{,}48 + 10\% = 6{,}48 + 0{,}65 = 7{,}13 \text{ mtr.}$$

Pavyzdys 2. Tie patys daviniai; duotas aukštis $x = 15$ mtr.; reikia surasti d_1.

$$\Sigma h = x + a_4 - a_2 = 8{,}0 \text{ mtr.}$$

$$h = \Sigma h - 10\% = 8{,}0 - 0{,}8 = 7{,}2 \text{ mtr.}$$

Taikinant Flamant'o formulę (22):

$$h = 0{,}00140 \frac{Q^{1,75}}{d^{4,75}} L$$

randame $d_1^{4,75} = 0{,}00001324$; $d_1 = 0{,}0942$ mtr. ir priimame artimiausį vamzdžio kalibrą $d_1 = 0{,}10$ mtr.

Sudėtinis vandentiekis. Iš rezervuaro A (brėž. 24) eina vandentiekis su šakomis; jo vamzdžių diametras paeiliui d_1, d_2, d_3, d_4; ilgis — l_1, l_2, l_3, l_4; vandens deb.tas — $Q, Q - q_1, Q - q_1 - q_2 \dots\dots$; slėgimo nuostoliai, paeiliui:

$$h_1 = \zeta \, l_1 \frac{Q^2}{d_1^5},$$

$$h_2 = h_1 + \zeta \, l_2 \frac{(Q - q_1)^2}{d_2^5},$$

$$h_3 = h_2 + \zeta \, l_3 \frac{(Q - q_1 - q_2)^2}{d_3^5} \text{ ir t. t.}$$

Kada vanduo skirstomas lygiai viso vandentiekio ilgyje, priimsime, kad debito $P + Q$ vamzdžio protarpyje ilgio L į šalis eikvojama P; atstume nuo pradžios x debitas bus

$$Q_x = P + Q - \frac{P}{L} x.$$

Br. 25.

Miestas

Miestas

D

D

Br. 26.

Slėgimo nuostolis dh tarpe dx:

$$dh = \zeta \frac{Q^2_x}{d^5} dx = \frac{\zeta}{d^5}\left(P + Q - \frac{P}{L} x\right)^2 dx$$

o visame ilgyje L:

$$H = \int_0^H dh = \int_0^L \frac{\zeta}{d^5}\left(P + Q - \frac{P}{L} x\right)^2 dx =$$

$$= \frac{\zeta L}{d^5}\left(Q^2 + PQ + \frac{P^2}{3}\right);$$

vietoje paskutinės formulės praktikoje vartojama labai artima jai:

$$H = \frac{\zeta L}{d^5}(Q + 0{,}55\ P)^2 \ldots\ldots (23)$$

kitaip tariant, nuostoliai skaitomi dėl pusės debito P gale vamzdžio.

Jei P nebus sunaudotas pakeliui, debitas $P + Q$ eis visu ilgiu ir nuostoliai bus

$$H_1 = \frac{\zeta L}{d^5}(Q + P)^2;$$

prie $Q = 0$, kada vandentiekis eikvoja visą vandenį:

$$H_2 = \frac{\zeta L}{d^5}\frac{P^2}{3} \ldots\ldots (24)$$

kas atsitinka tinklo gale.

Vandentiekio sistemos.

Vandentiekiai įtaisomi arba veikti nuolat, arba su pertraukomis. Paskutiniais laikais miestuose įtaisomi vandentiekiai veikti nuolat. Gelžkelių stotyse, dirbtuvėse, atskirose gyvenamose vietose, paprastai, įtaisomas vandentiekis veikti su pertraukomis. Esant vandentiekiui su pertraukomis, turi būti įtaisyti namuose atskiri bakai vandeniui palaikyti tam laikui, kada vandentiekis nedirba. Nuolatinio veikimo vandentiekyje vamzdžiai visuomet pilni vandens, kuris visuomet spaudžiamas tam tikro slėgimo, kad jis eitų į visus aukštus namų reikalams ar gaisrui gesinti.

Reikiamojo vamzdžiuose slėgimo klausimas sprendžiama atskirai kiekvienam miestui, ar net atskirai jo daliai ir pareina kaip nuo miesto gatvių niveliacijos pažymių, taip ir nuo maksimalinio namų

aukščio. Didelių Europos miestų didesniuose namuose viršutiniai aukštai siekia 25 m. Slėgimo nuostolis tekant vandeniui siaurais namų vamzdžiais (nuo 0,03 ligi 0,013 m. skersmens) prie 1 m./sek. greičio maždaug suskaičiuojamas į 9 m. Nuostolis vamzdžių užsisukimams ir kampams — apie 2,5 m. Tokiu būdu viršutinių aukštų reikalams reikalingas slėgimas apie 35 m. Mažuose miestuose, žinoma, mažiau.

Toliau kyla gaisrų gesinimo klausimas. Jeigu reikalauti iš vandentiekio tiek stiprios srovės, kad ji galėtų sėkmingai veikti gaisro metu, tai yra galėtų išmušti langus, nuplėšti stogus, tai slėgimas privalo būti didokas, apie 70 m., arba apie 7 atmosferas. Dabar, paplitus garo ir motorinėms gaisro mašinoms, nėra reikalo rūpintis tokiu dideliu slėgimu, kuris žymiai pabrangintų įtaisymą. Gaisrui atsitikus padidinamas slėgimas visuose rajono vamzdžiuose ar sustiprinant siurblių veikimą, ar vadinamomis išlyginamomis kolonomis, apie kurias bus kalbama vėliau. Gaisrų statistika Vokietijoje parodė, kad gaisrams gesinti išeikvojama labai maža vandens, būtent, mažiau kaip 15 litrų per metus vienam žmogui.

Iš pasakyto aiškėja, kad jeigu vandeniui gauti versmė A turi niveliacijos pažymį H_0, aukščiausias miesto punktas B turi pažymį H_v, h_1 — slėgimo nuostolis nuo vandens tekėjimo vamzdžiais iš A į B, h_2 — slėgimo nuostolis teikiant vandenį į namus ir gaisro tikslams, h_3 — slėgimo nuostolis nuo tekėjimo sujungimuose ir t.t. ir jei $H_0 - H_v > h_1 + h_2 + h_3$ — tai galimas vandens tiekimas laisvu tekėjimu; antraip — reikalingas mechaniškas dirbtinis vandens pakėlimas. Projektuojant vandentiekį todel reikalinga tiksliai išaiškinti ta pastaroji apystova ir išrinkti tokią sistemą, kad $H_0 - H_v$ būtų didesnė, negu nuostolių suma.

Galimi įvairūs atvejai, kaip antai:

I. Miestas stovi lygumoj. Vandentiekio versmė žemai. Vanduo įsiurbiamas vamzdžiu į rezervuarą vadinamame vandens slėgimo bokšte (25 brėž.), iš kur vanduo vedamas vandens skirstomais vamzdžiais į miestą. Vandentiekio bokštas gali būti pakraštyje miesto, gali būti ir miesto vidury. Jei mieste yra kalva, tai geriausiai ant jos ir statyti bokštą, nes tuomet reikės žemesnio bokšto. Jeigu bokštas miesto vidury, tai tiekiąs vandens į bokštą vamzdis gali kartu būti ir skirstomuoju vamzdžiu tai miesto daliai, pro kurią jis nutiestas. Bokštas gali būti pakeistas požeminiu vandens rezervuaru, jeigu turima tinkamos

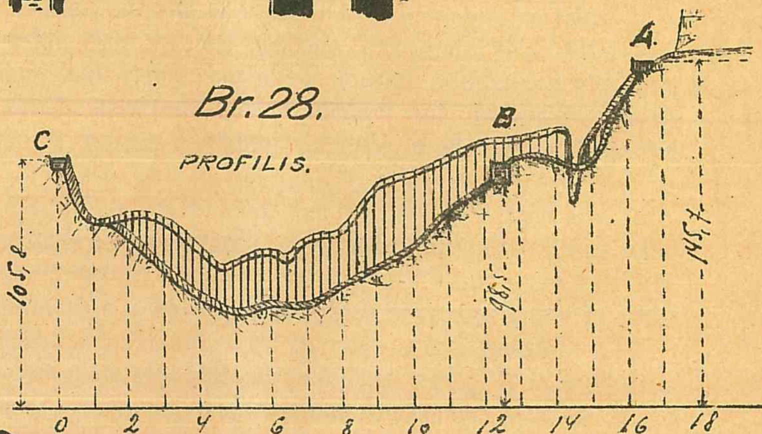
Br. 27.

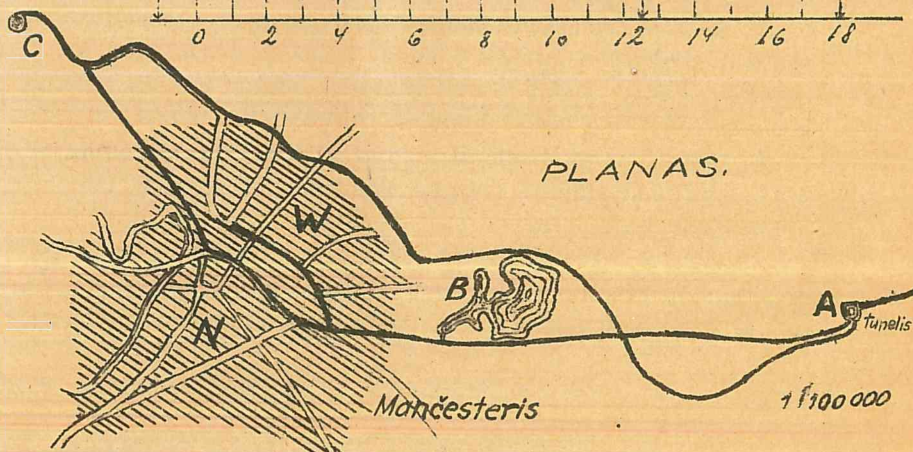
A

O

Miestas

Br. 28.





aukštumos kalva. Įtaisymas bokšto tuo patogus, kad vandens tiekimui neturi įtakos galimi laikini siurblių sustojimai. Kai kuriais atvejais siurbliai gali būti kiek mažesni arba, esant keliems siurbliams, dalis jų gali nedirbti tuo laiku, kai imama maža vandens, jei rezervuaras padarytas su kai kuria atsarga, pav., nuo $^1/_4$ iki $^1/_3$ paros vartojimo. Be to, turint pastovų kėlimo aukštį, siurbliai dirba tiksliau. Nepatogumas panašių bokštų yra tas, kad juos reikalinga statyti maksimaliniam aukščiui, koks reikalingas vandentiekiui ir gaisrams gesinti, ir vandenį kelti į tą aukštį. Jeigu vandentiekio versmė yra tokiame aukštyje, kad bokšto įtaisymas nereikalingas, tai rezervuaras daromas žemėje.

II. Miestas stovi kalno pašonėje (26 brėž.). Už miesto statomas bokštas, arba kalne daromas rezervuaras, vadinamas l y g i n a m a s i s. Vyriausiuoju miesto vandentiekio vamzdžiu — magistrale — kartu keliamas vanduo į rezervuarą ir skirstomas mieste. Kai mieste vartoja mažai vandens, prisipildo rezervuaras; vartojant daug vandens, jo dalis eina iš sirblių, dalis iš rezervuaro. Piezometrinių aukščių susitikimo taškas *D* parodys liniją, kur skiriasi siurblių ir rezervuaro maitinamas miestas.

Paprastai, šiais atvejais tiesiama dvi greta viena kitos magistralės tam, kad vienai sugedus, miestui vandenį tiektų kita. Ilgesnis vamzdis skaičiuojamas, pradedant nuo rezervuaro, kaipo skirstomasai, o paskui įvedamos pataisos, pradedant nuo siurblių aukštyn.

III. Nedaroma nei bokšto, nei lyginamojo rezervuaro. Slėgimas vamzdžiuose palaikomas visą laiką siurbliais. Ėmus labai daug vandens vartoti, ar gaisro metu, paleidžiama daugiau siurblių arba didinamas garo slėgimas. Šios sistemos nauda ta, kad pradinės išlaidos mažesnės, nes nereikia statyti bokšto.

IV. Vieton bokšto statoma vandens s l ė g i m o k o l o n a be rezervuaro. Paprastu laiku vanduo įsiurbiamas, pav., ligi taško *0* (27 br.). Kilus reikalui, kraną *0* uždaro, o vandenį pradeda siurbti į didesnį aukštį; slėgimas tuomet didėja. Tokios kolonos fabrikų reikalams dažniausiai įtaisomos prie pat fabrikos sienų. Negalima pasakyti, kad ta sistema turėtų daug šalininkų.

V. Miestas stovi įvairiame lygyje. Tuomet reikalinga ištirti, kur statyti vandens slėgimo bokštą ir kaip tiesti magistrales. Dažnai tenka įtaisyti rezervuarus įvairiame lygyje, o magistralės maitinti įvairiais būdais. 28 brėžinyje parodytas Mančesterio miesto vandentiekis. Čia vanduo paduodamas iš versmės pro tu-

nelį į rezervuarą *A*, kuris dirba aukštajai miesto daliai *W*; rezervuaras *B* tiekia vandenį į žemutinę miesto dalį *N*; *C* — lyginamasai rezervuaras.

Odesoje vanduo imamas iš Dniestro upės, patenka į nusistovėjimo rezervuarus, filtrus ir į siurblių stotį. Paskui, pro dvi magistrales 44 klm. ilgio eina į rezervuarus, iš ten į miesto siurblių stotį ir į miesto magistrales.

Tyrinėjimas ir tinklo projektavimas.

Pirmiausia reikalinga turėti labai smulkus miesto planas. Plane turi būti parodyti kvartalai su gyventojų kiekiu, reikia numatyti, kiek galima laukti prieauglio. Esamuose miestuose, ypatingai jau senai ekzistuojančiuose, centrinės dalys maža tesikeičia: Be to, tenai jau viskas užstatyta. Stipriai plečiasi pakraščiai: prie didelių miestų prisideda net tolimi priemiesčiai (Berlyne, Briuselyje, Paryžiuje, Londone). Plane parodomos vietos, kur ypatingai daug vandens vartojama, kaip fontanai, pirtys, dirbtuvės ir t. t., ir laukiamas tose vietose debitas.

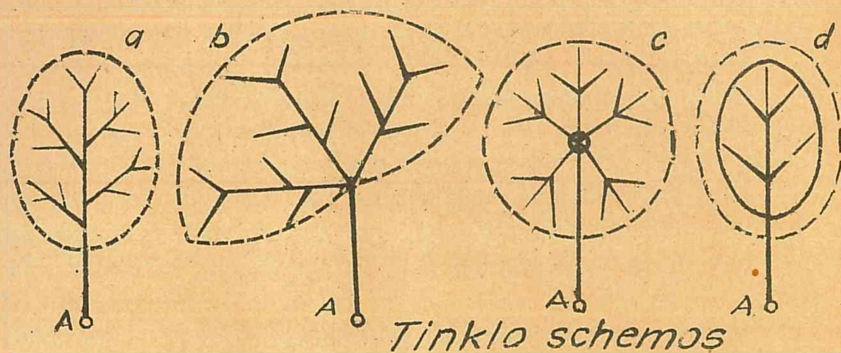
Plane turi būti niveliacijos altitudės ir žemės paviršiaus horizontalės. Sulig planu galima parinkti vietas vandens slėgimo bokštui, vyriausioms magistralėms ir t.t.

Tais daviniais pasiremiant, reikalinga suskaičiuoti kaip maksimalinį, taip ir minimalinį laisvąjį slėgimą ir reikiamą vandens kiekį.

Vieta vandens slėgimo bokštui geriausia išrinkti centre, nes mažėja magistralių ilgis, o, reiškia, ir slėgimo nuostoliai. Tai liečia, žinoma, miestus daugiau ar mažiau lygiose vietose; šlaituose projektuoti daug sunkiau.

Vandentiekio tinklo magistrales patogiausia tiesti aukštesnėmis miesto gatvėmis taip, kad šakos eitų žemyn. Panašiai sutvarkant, vamzdžiai bus trumpesni, ir slėgimo nuostolis bus mažesnis.

Projektuojant tinklą, gali būti keletas bendro vamzdžių sutvarkymo sistemų. 29 brėžinyje parodytos įvairių sistemų vandentiekio tinklo sutvarkymo schemos. Žinoma, praktikoje gaunama daugiau sistemų ir įvairumo. Brėžiniuose *a*, *b*, *c* parodytas vamzdžių sutvarkymas spinduliais; brėžinyje *d* — apskritoji, arba uždarytoji sistema. Ši sistema turi tą privalumą, kad į kiekvieną



Tinklo schemos

Br. 30.

miesto punktą galima patiekti vandens iš dviejų šonų. Tai svarbu tinklui sugedus ar kada ypatingai daug vandens ima tam tikruose punktuose. Spindulių sistemoje vanduo teka į vieną pusę; jeigu pasidaro nuosėdų sienelėse, tai, pakeitus vandens tekėjimo kryptį, vanduo susidrumsčia. Panašiais atvejais naudinga įtaisyti praplaunamuosius kranus ir nusistovėjimo rezervuarus. Kadangi slėgimo nuostolis pareina nuo vamzdžio ilgio ir diametro, tai magistraliniai vamzdžiai turi būti kiek galint didesnio diametro, pav., 1 mtr.; antraeiliai vamzdžiai 0,1—0,15 mtr. diametro neturi būti labai ilgi (300 m.).

Brėžinyje 30 turime miesto dalį su paženklintais gyvenamais kvartalais. Taške A vandens slėgimo bokštas. Nuo A eina magistralė AB ir nuo jos vandens skirstomieji antraeiliai vamzdžiai: I, II, III... ir jų skersiniai a, b, c... Panašiai sutvarkius, kiekvienas miesto kvartalas apsuptas vandens tiekiančiais vamzdžiais ir maitinamas įvairiais vamzdžiais; kiekvienas trikampis gauna vandenį iš kito vamzdžio. Žinoma, praktikoje tas klausimas dar painesnis. Jei, kaip aukščiau išdėstyta, imsime gyventojui tam tikrą litrų kiekį ir pridėsime gyventojų padaugėjimui, tai galime suskaičiuoti laukiamą debitą kiekviename kvartale ir visame mieste.

Sulig vandens debitu skaičiuojamas diametras tiekiančio miestui vandenį vamzdžio. Nustatant vandens greitį v (paprastai apie 1 mtr./sek.), gaunamas diametras

$$d = \sqrt{\frac{4\,Q}{\pi\,v}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

Skaičiavimas gali būti atliktas su sąlyga padaryti įrengimą ir jį eksploatuoti kiek galima pigiau. Jei garo mašinos, kuri judina siurblį, tikras galingumas N_e jėgų, tai indikatorinis galingumas

$$N_i = \frac{N_e}{\gamma},$$

kur naudingumo koeficientas γ pareina nuo jėgos; prie 25 jėgų γ=0,70, prie 500 jėgų γ=0,87. Siurblio naudingumo koeficientas apie 80. Todel, jei reikia Q mtr^3. pakelti į aukštį H, reikia jėgų:

$$N_i = \frac{1000\,Q\,(H+h)}{75.\,0{,}80\,\gamma} = \frac{1000\,Q\left(H+\zeta\,\frac{Q^2}{d^5}\,L\right)}{75.\,0{,}80\,\gamma} \quad \ldots\ldots \quad (26)$$

kur h reiškia slėgimo nuostolį vandeniui tekant įsiurbiamuoju vamzdžiu.

Garo mašinos eksploatacijos išlaidos daugiausia pareina nuo išlaidų anglims. Remontas neviršija 2% kainos geros mašinos; ji naudoja apie 1 kg. akmeninės anglies per valandą 1 indikatorinei jėgai (nuo 0,6 ligi 1,5 kg.). Mašinos kainos padengimas skiriamas 10 metų. Turėdami anglių sunaudojimą, jų kainą, remonto kainą ir tarnaujančio personalo atlyginimą, galime kapitalizuoti išlaidas 1 indikatorinei jėgai. Pridedant prie to kainą įsigyti kiekvienai indikatorinei jėgai, gausime mašinos kainą. Bendra mašinos kaina susideda iš pradinių išlaidų p_1 ir kapitalizuotų eksploatacijos išlaidų p_2. Visos išlaidos

$$P = \frac{1000\, Q \left(H + \zeta \frac{Q^2}{d^5} L\right)}{75 . 0{,}80\, \gamma} (p_1 + p_2) + q\, d\, L \ldots (27)$$

kur q — kaina vandentiekio vamzdžio 1 mtr. ilgio diametro vieneto, o $q\,d\,L$ — kaina viso vamzdžio; tas ne visai tikslu, nes griovių kasimas nėra proporcingas vamzdžių diametrui. Suradimui minimalių išlaidų prilyginsime nuliui išvestinę P pagal d, del $\gamma = 0{,}80$:

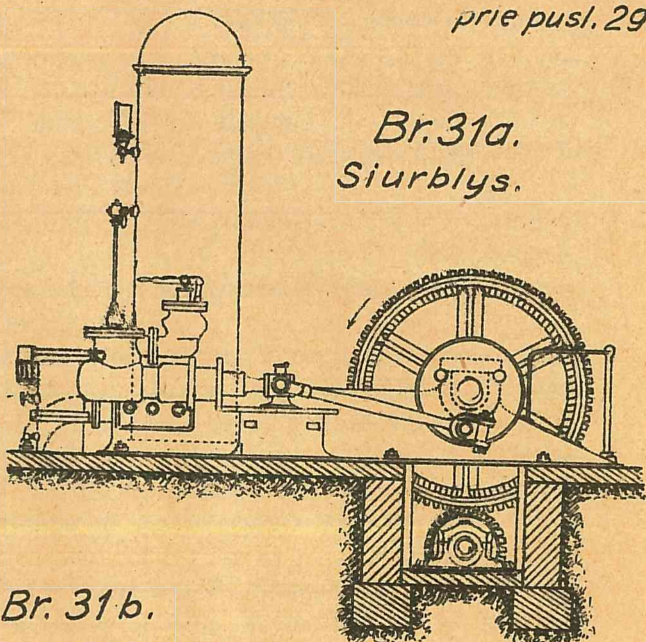
$$\frac{dP}{dd} = -\frac{1000 . 5}{75 . 0{,}8 . 0{,}8} \cdot \frac{\zeta Q^3 L}{d^6} (p_1 + p_2) + q L = 0$$

$$d^6 = 104\, \zeta\, \frac{Q^3}{q} (p_1 + p_2) \ldots\ldots (28)$$

Žinoma, tai duoda mums tik palyginimą naudingiausio vamzdžio skersmens; absoliučių rezultatų negali būti, nes dydžiai p_1, p_2, q ir koeficientai kinta. Suradus įsiurbiamojo vamzdžio skersmenį ir mašinos jėgą, taip pat siurblių galingumą ir kiekį, reikia išspręsti, kas imti: garo mašina ar vidaus degimo variklis. Tai grynas mechanikos dalykas ir pareina nuo daugelio ekonominių priežasčių. Įtaisant vandentiekį be bokšto, kur slėgimas labai kinta, pageidaujama turėti keletas siurblių, greit pradedančių veikti; tokioms sąlygoms tinka siurbliai su benzino ar naftos varikliais. Greit veikią išcentriniai siurbliai duoda mažesnį naudingo veikimo koeficientą. Kai kuriais atvejais labai nusisekė hidroelektriniai įtaisymai (Rauhenalbe, Bavarijoje) ir siurbliai, kuriuos judina centrinės elektros stotys. Lig šiol panašūs įtaisymai yra tik nedideliuose miestuose; žinoma, čia pasireiškia ekonominės priežastys, akcinių bendrovių sudarymas ir t. t.

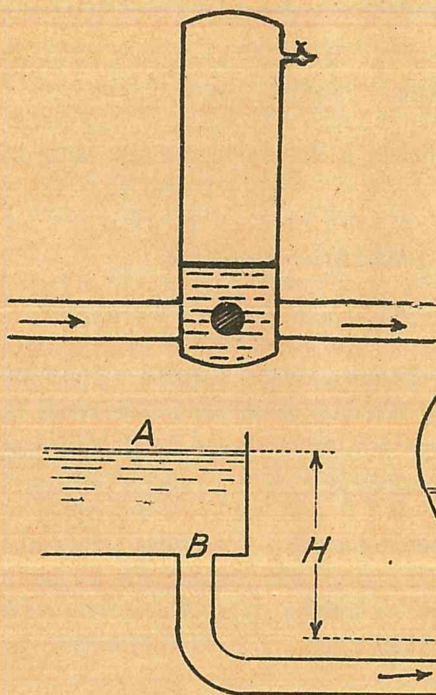
Įtaisant siurblius, reikalinga statyti oro varpai, tai yra rezervuarai su suspaustu oru, kurie išlygina mašinų ir siurblių darbo nelygumus.

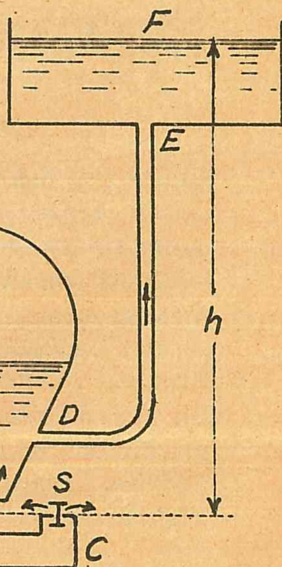
prie pusl. 29.



Br. 31a.
Siurblys.

Br. 31 b.
Oro varpas.





Br. 31c.
Tarano schema.

Brėž. 31a parodytas vienas siurblių, siurbiančių vandenį į Rauhenalbą (Bavarijoje); jis apsisuka 20 kartų per minutę, duoda 10 ltr. / sek.; sklandiklio diametras — 150 mm; žingsnis — 400 mm.; oro varpas 0,7 m. diametro ir 2,5 m. aukščio. 31b brėž. parodytas magistralės varpas, kuris yra kartu orui ir susirinkusioms drumzlėms išleisti.

Kalbant apie siurblius, reikia paminėti apie taraną (vandens aviną). Jis veikia, kur reikia tiekti nedidelius vandens kiekius, ypatingai toli nuo miestų ir nuo pastovios jėgos, atskirose fermose, nedidelėse dirbtuvėse ir k.

Taranas (vandens avinas) išrastas Mongolfier'o 1796 m. Jo schema duota brėž. 31c. Iš versmės *A* vamzdžiu *BC* vanduo teka pro dangtelį *S*. Prie tam tikro greičio, vanduo uždaro dangtelį *S*; tuomet vandens smūgis atidaro dangtelį *K* ir stumia vandenį į varpą *R*. Smūgiui pasibaigus atsidaro savo svoriu dangtelis *S*, o užsidaro *K*; po to įvyksta kitas smūgis ir t. t.; vanduo pulsuodamas prisirenka į varpą *R*, suspaudžia ten orą ir vamzdžiu *DE* kyla į rezervuarą *F*. Smūgiai kartojasi 4—7 kartus per sekundą; vamzdžiu *DE* teka tik maža dalis to vandens, kuris eina vamzdžiu *BC* pro dangtelį *S* šalin. Jei versmės debitas Q, puolimas H, rezervuaro F aukštis h ir naudingo veikimo koeficientas η, tai vandentiekio debitas q surandamas iš: $\eta Q H = q h$. Pavyzdžiui, prie $h = 5 H$, $\eta = 0,7$ ir $q = 0,14\ Q$.

Paskutiniais laikais taranuose padaryta daug patobulinimų; jų naudingo veikimo koeficientas siekia 80—90%. Taranai dirba labai sėkmingai nedidelėse instaliacijose, pav., atskirose fermose, jei apačioje yra upelis ar versmė.

Slėgimo vamzdžio tiesimas.

Nuo versmės į vandens slėgimo bokštą vanduo paduodamas įvairiais būdais, kartais labai toli (Kemberlend — 150 klm., Odesa — 50 klm.). Tokiais atvejais seniau, pav., romėnai, vartodavo tiktai laisvą tekėjimą; dabar panašus vandens tiekimas jau labai retas ir akvedukai daromi retai. Paprastai, vandenį paduoda vamzdžiais. Vamzdžiai daromi iš špižiaus, kuris oksiduojasi mažiau, negu geležis; esama gan ilgų ir plieninių vandentiekių vamzdžių. Nedideliems slėgimams daromi betoniniai vamzdžiai ir net mediniai (Š. Amerikoje); šie daromi bendoriškai, tai yra iš siaurų lentelių, kurių sudūrimai taikomi ne vienu apskritimu, bet įvairiomis vietomis (brėž. 32); toks vamzdis sudaromas visai be siūlių

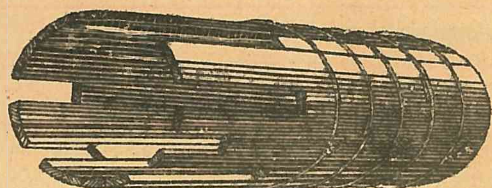
kartais keleto kilometrų. Ilgus vandentiekius taisant reikia neužmiršti temperatūrų skirtumo ir numatyti, kad vamzdžiai galėtų kiek pailgėti ir išsiskėsti. Temperatūrų skirtumas nebūna didelis, nes vamzdžiai yra žemėje.

Kai kuomet vanduo turi drumzlių, kurios lieka vamzdžiuose; taip pat vanduo turi oro, kuris, susirinkdamas aukštesnėse vamzdžio dalyse, vietomis gali užimti visą vamzdį ir kenkti vandens judėjimui. Panašioms kliūtims pašalinti pakeliui įtaisomi tarpiniai vandens slėgimo bokštai arba rezervuarai, ypatingai aukštose vietose. Ten statomos atskiros siurbimo stotys naujai vandeniui pakelti; kartais galima pasitenkinti rezervuaro įtaisymu su kranais: iš viršaus orui išleisti, iš apačios drumstoms nuosėdoms (32a brėž.).

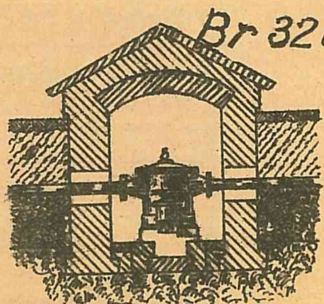
Tiesiant špižiaus vamzdžius, gali būti duodamas žymus slėgimas, nors, paprastai, vandentiekiuose slėgimas ne didesnis kaip 5 atmosferų; vandentiekio vamzdžių patikrinimas daromas minimum 10-čia atmosferų spaudimu.

Jeigu vanduo tiekiamas atviru kanalu, tai dažnai tam kanalui tenka praeiti kelius, tiltus, kitus kanalus, upelius ir panašias kliūtis; Vanduo apeina tas kliūtis d i u k e r i u arba s i f o n u; diukerio pavyzdys parodytas 33 brėž.: 34 brėž. — sifono pavyzdys. Tiesiant vandentiekio vamzdžius per upę, paprastai, daromas diukeris iš vamzdžių, niekuo nesiskiriančių nuo paprastųjų, tik jie dedami griovyje, iškastame upės dugne, kad netrukdytų laivams. Griovis iš viršaus užpilamas skaldiniu. Tiesimas kai kurių diukerių buvo labai sudėtinis, pav., Niujorko vandentiekyje, kada teko tiesti vamzdį po Hudzono upės dugnu, ir vandentiekio šachtos turėjo 92 m. gylio. 35 brėž. parodytas diukeris po Drako upe (pietų Prancūzijoj); čia uoloje po upės vaga pertiestas betono vamzdis, į kurį įdėti 2 vandentiekio špižiniai vamzdžiai. Panašūs darbai atliekami sausai ar atskyrus upės dalį pertvaromis, ar įtaisius po upės dugnu tunelį. Paprastai špižiaus vamzdžius galima tiesti upės dugne nuo laivų ar nuo pastolių, tik tuomet vamzdis visu ilgiu su jo krantinėmis dalimis turi būti sudarytas ištisai ir visas nuleistas. Tais atvejais, paprastai, vartojami geležiniai kniedyti vamzdžiai, kaipo daugiau elastiški. Kai kuriuose Kalifornijos vandentiekiuose buvo nutiesti vamzdžiai kniedyti hidrauliškai. Vienu iš įdomiausių darbų buvo tiesimas diukerio po Virginijos upe (Kalifornijoj), kuriame slėgimas siekia 52 atmosferų ir kuriuo prateka kasdien 7500 m^3 vandens; jo skersmuo lygus

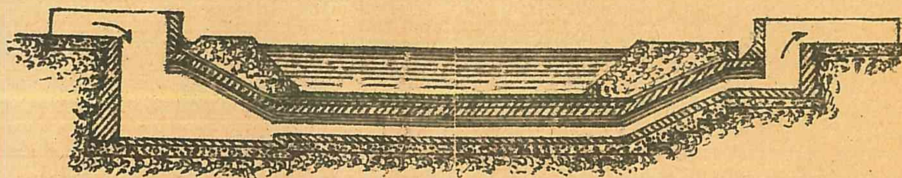
Br. 32. Medinis vamzdis.



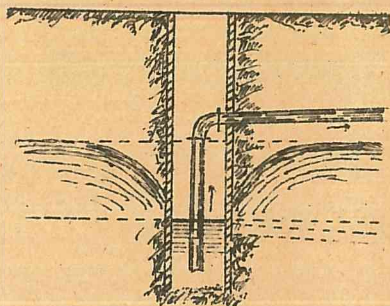
Br 32 a.

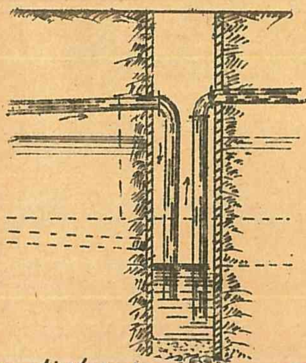


Br. 33. Diukeris.

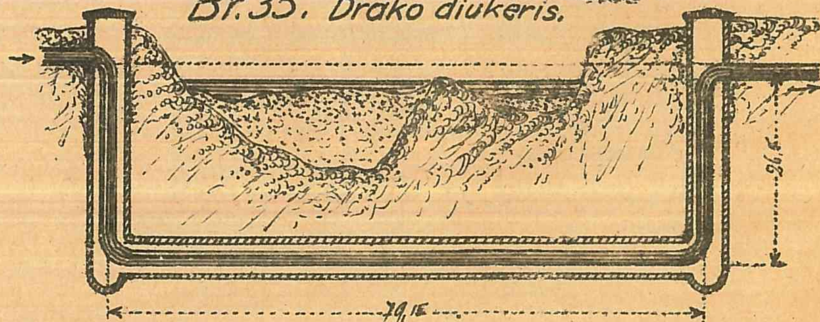


Br. 34. Sifonas.



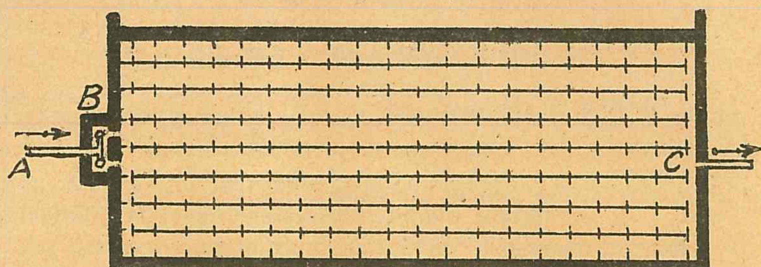


Br. 35. Drako diukeris.

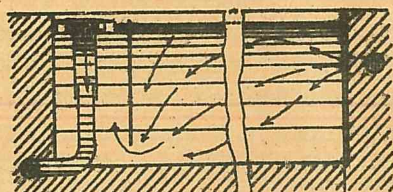


Br. 36.

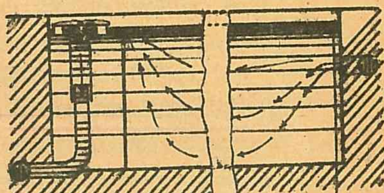
Nusistovėjimo baseino schema.



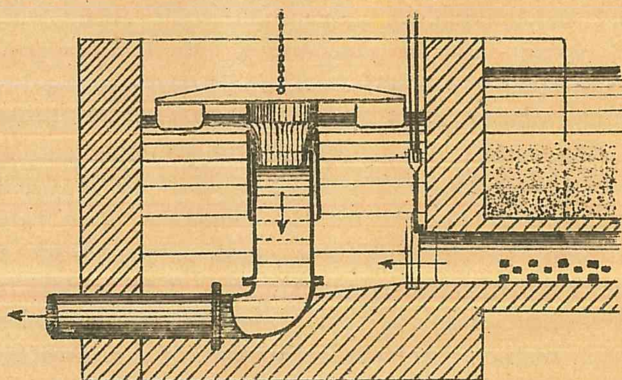
Br. 36a.



Br. 36b.



Br. 36c. Debito reguliatorius.



0, 292 m. Didelio sifono pavyzdžiu gali buti Kielio miesto (Vokietijoje) vandentiekio sifonas, kur 0,4 m. vamzdžiu vanduo tiekiamas iš šulinių į 1000 m. atstumą.

Nusistovėjimo baseinai ir filtrai.

Upių ir ežerų vanduo kuone visuomet turi drumzlių, kurių tarpe pasitaiko visokios dirbtuvių ir gyvenamų vietų atmatos ir, bendrai, kenksmingos ar nepageidaujamos priemaišos. Tuo tarpu iš geriamojo vandens reikalaujama didelio švarumo.

Yra dvi svarbiausios vandens valymo sistemos: chemiška ir mechaniška.

Chemiškas valymas turi svarbiausiu tikslu palaisvinti vandenį nuo žinomų specialių priemaišų, kaip kalkių, druskos. Mechaniškas valymas palaisvina vandenį nuo drumzlių, nekeisdamas, bendrai sakant, chemiškos sudėties. Pirmutinį valymą galima atlikti įtaisius nusistovėjimo baseiną, kur vanduo nusistovi ir palieka sunkesniąsias priemaišas. Daugelyje atvejų negalima tenkintis tik nusistovėjimo baseinais; jie nepakankamai išvalo vandenį, reikalingi dar filtrai; tuomet nusistovėjimo baseinai padeda filtrams, kadangi juose pasilieka sunkesnės dalys.

Nusistovėjimo baseinai daromi atviri arba jie perdengiami skliautais ar kaip kitaip. Atviri baseinai pigesni, bet nepatogūs šalčių ar vėjų metu; šiltu metų laikotarpiu juose auga augalai. Nusistovėjimas būna dvejopas: arba vanduo įleistas į baseiną paliekamas ramybėje kai kuriam laikui ir nusistoja, arba vanduo pamažu teka baseinu. Antrasai būdas patogesnis, nes nereikalinga atskiro laiko pripildyti ir ištuštinti baseiną. Nusistovėjimo baseinų visuomet turi būti keletas, nes jie užsiteršia ir juos tenka valyti nuo dumblo; todel reikalinga turėti kiti baseinai, kurie dirbtų valymo metu. Paprastai, vandens tekėjimo greitis baseinuose svyruoja nuo 1 ligi 2 mm./sek., tai yra vienas litras vandens per 1 sekundą teka plotu 0,5—1,0 m^2., Žinomam vandentiekių inžinieriui L i n d l e y'u i patariant, nusistovėjimo baseinai daromi pagal tipą, parodytą 36 brėžinyje (Varšuva, Budapeštas, dalinai Frankfurtas prie Maino): baseinas žemėje su sienomis iš plytų, dengtas plytų skliautais, atsiremiančiais į plytų kolonas. Skliautai iš viršaus užpilti žeme, ventiliacijai palikti vamzdžiai. Baseinas turi 100 m. ilgio, sulig platumu padalytas į 8 skyrius po 4—5 m. pločio. Vanduo iš upės, labai drumstas, įeina vamzdžiu *A* į kamerą *B*, kur skirstosi į skyrius. Baseino dugnas

turi nuolydį 0,04, gale vandens gilumas 3 m. Vanduo susirenka į skyrių C, iš kurio teka laukan prie filtrų; vanduo išeina pro judomą skydą. Vasarą, kada pageidaujamas nešiltas vanduo, jo srovė kreipiama į dugną, kaip parodyta 36a brėž., žiemą, atvirkščiai, jis turi buti šiltesnis, todel kreipiamas į viršų (36b br.).

Pastovų vandens debitą išleisti įtaisomi automatiniai reguliatoriai (36c brėž.). Jie susideda iš plūduro, uždengiančio išleidžiamąjį vamzdį; prie plūduro padaryta anga, pro kurią patenka į vamzdį visuomet tas pats vandens kiekis, nes anga lieka pastovi, taip pat ir jos gilumas.

Nusistojęs vanduo patenka į filtrus. Filtro įdėja yra ta, kad vanduo, pereidamas daugiau ar mažiau smulkių grūdų smėlio, skaldinio, anglies ir kt. sluogsnius palieka juose ne tik drumzles, bet ir žymią mikroorganizmų dalį. Jeigu leisti vandenį pro ką tik supiltą filtrą, tai pradžioje vanduo pereina labai maža tenusivalęs. Tas laikas svyruoja nuo keleto valandų iki keleto dienų, žiūrint koks vanduo. Tuo laiku filtruojančio sluogsnio paviršiuje susidaro plėvė labai smulkaus dumblo arba tikriau gleivių pavidale. Kuomet jau susidarė gleivių, tai filtras pradeda veikti, ir pro jį perėjęs vanduo bus ne tik skaidrus, bet ir laisvas nuo mikroorganizmų. Kai kurie tyrinėtojai mano, kad gleivės yra ypatingos rūšies bakterijų veikimo padarinys, prie tų gleivių prilimpa esą vandenyje įvairios rūšies mikroorganizmai. Kaip į filtrų veikimo pavyzdį nurodysime, kad įeidamas į Berlyno miesto Tegelio filtrą vanduo turi ligi 13 000 bakterijų 1 cm^3., o išeidamas iš jo — nuo 10 ligi 1 500 bakterijų.

Filtro sluogsniai su laiku užsiteršia dumblu ir bakterijomis, ypatingai viršutinis sluogsnis. Taip antai, po 10 metų veikimo viename Berlyno filtro paviršiuje rasta ligi 700 000 000 bakterijų 1 kilograme smėlio, o apatiniame sluogsnyje 60 000 000. Dirbant filtrui, paviršutinis dumblo sluogsnis storėja ir vanduo vis sunkiau jį praeina. Tam pačiam vandens debitui gauti reikalingas didesnis slėgimas iš viršaus, tai yra vanduo turi būti laikomas gilesnis. Tai leidžiama tik ligi tam tikrų ribų, o paskui filtras reikalinga valyti; tuo tikslu kastuvais nuima viršutinio dumblo gleivėtą sluogsnio dalį. Filtro tarnavimo laikas pareina nuo vandens kokybės ir svyruoja tarp keleto dienų ir keleto mėnesių. Nuėmus viršutinį sluogsnį, filtras gali toliau dirbti. Po ilgesnio laiko (keleto metų) filtro smėlis reikia išimti, filtras praplauti ir iš naujo užtaisyti; filtras gali tuomet toliau veikti. Reikia žiūrėti, kad smėlio sluogsnis būtų apie 0,40 m. ir ne mažesnis kaip 0,30 m.

Praktika rodo, kad vanduo pro filtrą turi tekėti ne greičiau kaip 100 mm. per valandą. Pats filtro sluogsnis, paprastai, sudaromas šiaip: į dugną pilama rupesnių akmenų ar plytų, paskui eina sluogsnis smulkaus skaldinio, rupaus žvyrio, smulkaus žvyrio, stambaus smėlio ir iš viršaus smulkaus smėlio. Filtro sluogsnio storis daromas apie 1 m. Viršutinis sluogsnis pageidaujama turėti iš smulkaus, sijoto smėlio, kurio grūdai turi 0,3 — 1 mm. Brėžinyje 37 parodytas filtras sudarytas iš 6 tokių sluogsnių, o 38 brėž. — Braunšveigo, Varšuvos ir Londono filtrai. Čia filtrai sudaryti iš plytų 0,15 m. storio, paskui 4 sluogsniai paeiliui įvairaus žvyrio, kurio aukštis iš viso 0,25 m., ir paskui — smėlio.

Filtras reikia skaičiuoti taip, kad 1 m^2 filtro paviršiaus, prie vandens gilumo 1 m. turėtų praleisti apie 2—3 m^3 vandens per parą. Prancūzų inžinieriai pataria filtro sluogsnio storį daryti nuo 1,5 ligi 2,5 m., o vandens gilumą ligi 1,5 m.; tuomet galima skaityti, kad vidutiniškai nuo 1 m^2 filtro paviršiaus galima gauti 25—50 litrų kiekvienam vandens sluogsnio gilumo centimetrui, kas maždaug atatinka 2,5—5 m^3 per parą nuo 1 m^2 paviršiaus prie vandens gilumo 1 m. Juo mažesnis vandens greitis, juo geresnis jo nusivalymas. Esant didesniam greičiui, vanduo išplauja sau pastovius takus ir į juos nuneša paviršiaus dumblo plėvelę; tuomet filtro valomasis veikimas pasibaigia. Gerai įtaisyti filtrai duoda labai tyrą vandenį. Jis skaidrus ir gali turėti labai maža bakterijų. Tarptautiniams vandentiekio specialistų kongresams reikalaujant, viename $cm.^3$ vandens neturi būti daugiau, kaip 100 bakterijų. Praktikoje filtrai dažnai palieka žymiai mažesnį bakterijų skaičių, pav., Odesoje ne daugiau kaip 16. Vis del to, eksploatuojant filtrus, bakteriologiniai tyrinėjimai atliekami kasdien.

Kadangi filtrus reikalinga valyti, tai jų statoma arba keletas, arba vienas didelis su keletu skyrių, mažiausiai su trimis; vienas dirba, antras valomas, trečias pripilamas. Praktikoj filtrų dydis dideliuose centruose siekia 2000 — 3500 m^2; vidutiniuose 1200 — 2000 m^2; mažuose 700 — 1200 m^2. Ekonomijos atžvilgiu patogiausia forma filtro plane yra stačiakampainis su kraštinių santykiu 2:3 (38a br.).

Filtro dugnas turi būti nuožulnus, kad galėtų nutekėti tyras vanduo. Filtrai daromi atviri arba dengti skliautais ar stogu; šiais laikais dažniausiai daromi uždaryti filtrai. Žiemą jie neužšąla, vasarą vandenį kiek atvėsina, tačiau ne visuomet gerai

ventiliuojami, kas padeda mikroorganizmams atsirasti; tie filtrai dar ir brangesni.

Filtrams statyti vietą parenkama netoli nuo vandens versmės; kasama duobė, kurioje daromas dugnas iš akmenų arba plytų Dažnai dugną daro iš gelžbetonio arba betono. 39 brėž. parodytas Altonos miesto (Vokietijoje) atviro filtro piūvis: sienos akmeninės; dugnas iš betoninio sluogsnio ant minto molio; skersiniai grioviai surenka filtruotą vandenį į centrinį griovį, iš kur jis eina vamzdžiu į miesto vandentiekį. 40 brėžinyje parodytas Petrapilio miesto filtras: filtro sluogsnis ant betoninio pagrindo; ant granito stulpų plytų skliautai, dengią visą trobesį; tarpe stulpų išilginės tankios galerėjos vandeniui rinkti pastatytos iš plytų su protarpiais; vanduo, persisunkęs į galerėją, teka į bendrą rezervuarą — priėmėją, kuris išleidžia vandenį į miesto vandentiekį; viso filtro grindys nuožulnios į priėmėją, ir arčiau prie jo yra daugiau renkamųjų galerėjų, kad palengvintų vandeniui ištekėti. Visam namui ventiliuoti įtaisyti ventiliacijos vamzdžiai skliautuose, o į filtro sluogsnius įleisti keramiko vamzdžiai.

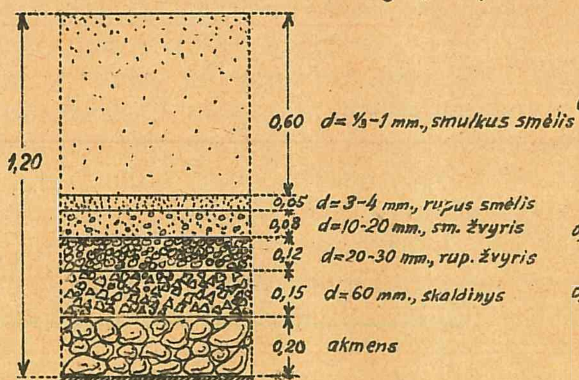
Kai kuriuose filtruose grindys daromos ne plokščios, bet su eile apverstų skliautų tarp stulpų iš plytų ar betono. Grindų žemiausiomis linijomis vedamos galerėjos iš plytų.

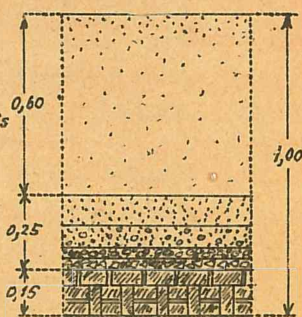
Vanduo privedamas į filtro kamerą išsiskėtusiu vamzdžiu, arba pro atskirą kamerą srovės smūgiui sumažinti. Slėgimo reguliatoriai tie patys, kaip ir nusistovėjimo baseinuose (36 brėž.).

Geležies pašalinimas. Naudojant vandentiekiams vandenį iš versmių ir šulinių, labai dažnai pasitaiko, kad vanduo turi savyje daug geležies druskų. Tas vanduo, kaip jau buvo minėta aukščiau, ore greitai susidrumsčia, nudažo vamzdžius ir indus. Be to, atsiranda geležies bakterijų. Daugelyje atvejų geležis tirpsta vandenyje $Fe\,O$ pavidalu, kuris prie gausingos oro tėkmės pereina į $Fe_2\,O_3$ ir nusistoja. Todel vandenį nuo geležies išvalyti pavyksta praleidus jį pro plonus tinklus arba paleidus jį kristi lietaus pavidalu į tam tikrą filtrą iš rupaus smėlio. Be šio būdo, vartojama dar lėtas vandens filtravimas pro storą plytų ar kokso sluogsnį.

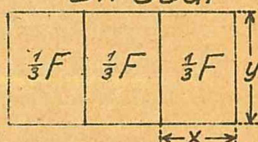
Šiais laikais vandeniui valyti sėkmingai naudojamas ozonas (O_3), duodąs labai tyrą vandenį, kaip antai, Visbadene, Paderborne, Petrapilyje. Šis būdas remiasi tuo, kad ozonas, gautas praleidus oru elektros kibirkštį, vedamas vamzdžiais į sterilizatorių, kuris susideda iš bokšto, pilno rupaus žvyrio, ant kurio pilamas vanduo, anksčiau nuvalytas nuo stambesnių priemaišų ir

Br. 37. Filtrų profiliai. Br. 38.

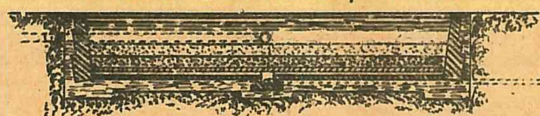




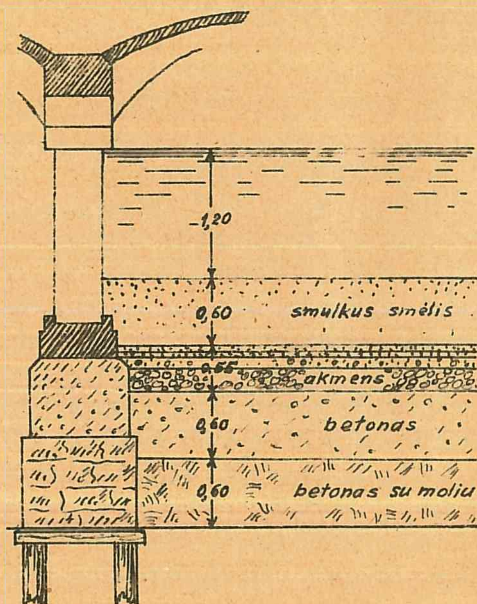
Br. 38a.

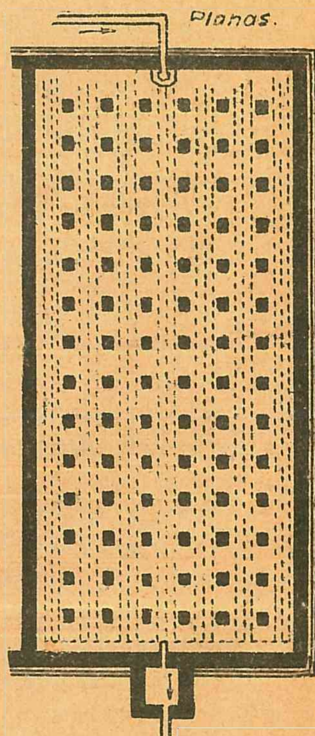


Br. 39. Altonos filtras.



Br. 40. Petrapilio filtras.





plaukiojančių kūnų, praleidus jį pro tinklą. Tiesa, ligi šiol dar negirdėt, kad ozonizacija būtų pilnai įvesta bent kuriame mieste. Paskutiniais laikais vandeniui nuo bakterijų valyti pradeda sėkmingai naudoti ultravioletinius spindulius, peršviečiant vandenį elektros kvarco lempomis. Ultravioletiniai spinduliai greitai ir energingai užmuša bakterijas, tik reikalinga, kad vanduo būtų anksčiau nuvalytas nuo drumzlių.

Mechaniški greito veikimo filtrai. Lėtas vandens valymas sukėlė daugelį pasiūlymų įtaisyti įvairių patentuotų greitų filtrų. Čia nurodysime tik jų įtaisymo principus, nes tai arba patentuoti įtaisymai, arba jie daugiau liečia ne statybą, bet chemiją ir ypač vandens technologiją. Vieni išradėjai filtro sluogsniui naudoja dirbtinį akmenį, pro kurį vanduo eina spaudžiamas. Kiti pirmiausiai prideda į vandenį vadinamų koaguliantų, tai yra medžiagos, kuri greit nusistoja kartu su mineralinėmis ir organinėmis priemaišomis. Nuosėdos turi pluoštų pavidalą ir jų sluogsnis pakeičia tą dumblo plėvelę, kuri sudaro viršutinį smėlinių filtrų sluogsnį. Žymiausiais koaguliantais yra sieros rugšties aliuminis $Al_2 (S O_4)_3$ ir alūnas $K.Al (S O_4)_2$. Kai kurie mechaniški filtrai įtaisomi uždarytuose induose, kiti atviruose rezervuaruose. Pirmuosius reikia labai akylai prižiūrėti, antruosius prižiūrėti ir pataisyti lengviau.

Bakai ir rezervuarai.

Bakai ir rezervuarai statomi dvejopu tikslu: arba vandens atsargai, jei laikinai sustotų vandens tiekimas, arba siurblių veikimui reguliuoti tuo atveju, jeigu siurbliai veikia su pertraukomis. Rezervuarus reikia statyti arti vandens naudojimo vietų, tai yra mieste, o ne prie versmės. Prieš rezervuarą statant, reikalinga išaiškinti jo dydis ir kaina. Didelius rezervuarus galima daryti tik žemėje iš betono ar akmens. Jeigu arti miesto yra pakankamo aukščio kalva, tai rezervuaras gali atstoti ir vandens slėgimo bei išlyginimo bokštą. Jei kalvos nėra, tai iš rezervuaro vandenį reikės kelti siurbliais betarpiai į miestą ar į vandens slėgimo bokštą. Kartais rezervuaras statomas iš geležies ar gelžbetonio, kaip vandens slėgimo bokštas nedidelei vandens atsargai. Jeigu vandens slėgimo vamzdis ilgas, tai, anglų inžinierių nuomone, reikalinga jį suskirstyti į dalis vandens slėgimo bokštais ar nedideliais bakais, o mieste turi būti rezervuaras su žymesne vandens atsarga. Taip, jei nuo versmės į miesta daugiau kaip 80 km., pageidaujama mieste

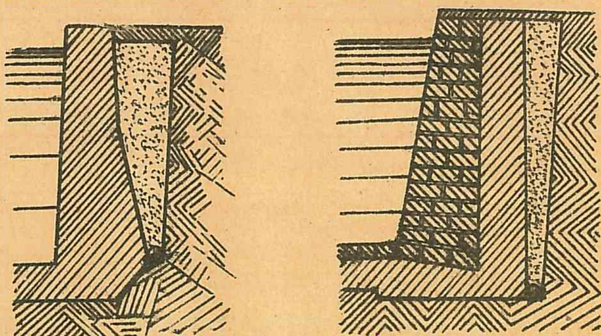
turėti atsargos bent 48 valandoms. Siurbliams veikiant su pertraukomis rezervuarai skaičiuojami maksimaliam naudojimui, per tą laiką, kada siurbliai nedirba, pav., gelžkelio stotyse. Reikalinga išspręsti klausimas del būsimo vandentiekio didėjimo ir numatyti, kas naudingiau: padidinti siurblių skaičių ar iš anksto statyti didesnį baką; sprendžiant slėgimo padidinimo klausimą, reikia atsiminti, kad paties bokšto paaukštinimas, tai yra jo sienų statymo kaina, vaidina visai antraeilį vaidmenį; užtat didinant vandens kėlimo aukštį, reikalinga didinti mašinų ir siurblių darbą, o tai jau daug pabrangina eksploataciją. Vietoje vieno didelės talpos baseino geriau turėti keletą mažesnių; nors tai ir pabrangintų įtaisymą, bet daugiau užtikrintų netrukdomą ir taisyklinga veikimą.

Akmeniniai rezervuarai įtaisomi žemėje arba apklojami žeme. Reikia daryti labai tvirtą fundamentą ir, bendrai, visą įrengimą. Labai svarbu, kad sienos ir dugnas nepraleistų vandens. Praktika rodo, kad rezervuaruose vandens gilumas turi būti ne mažesnis kaip 3 m., bet ir ne didesnis kaip 6 m. Prie tokio gilumo vanduo neįšyla ir lengviau atsiekti, kad sienos nepraleistų vandens. Orui pasikeisti turi būti įtaisyti ventiliacijos vamzdžiai; tačiau negalima leisti šviesos, nes tuomet atsiranda vandens augalai. Įėjimas į vandens rezervuarus turi būti uždraustas ne tik pašaliečiams, bet ir apskritai visiems, išskyrus vieną prižiūrėtoją.

Brėžinyje 41 parodyti du būdai rezervuaro sienelėms įtaisyti. Pirmame betono sienelė atskirta nuo žemės rupaus smėlio sluogsniu, kurio apačioj padėtas drenažo vamzdis pašaliniam vandeniui nutekėti. Antrame akmeninė sienelė apsaugojama minkyto molio sluogsniu, už kurio yra smėlis ir drenažo vamzdis. Siena turi būti tiksliai sudėta iš nedidelių akmenų, kad mūrininkas lengvai galėtų kiekvieną akmenį vartyti ir gerai užpilti skiediniu (1 cemento dalis su 2 ar $2^1/_2$ smėlio dalimis). Sienelę pastačius, ją reikalinga tinkuoti trimis cemento (1 : 2) sluogsniais: naudinga primaišyti truputį talko ir smulkiai malto molio; ketvirtas sluogsnis iš oro daromas iš gryno cemento ir poliruojamas medžio lygintuvais; prie lygiai poliruoto paviršiaus neprilimpa pirminiai vandens augalai (algae), sudarą gleivę, ir vėliau lengviau valyti ir apskritai išlaikyti rezervuaro švarumą.

Brėžinyje 42 parodytas rezervuaras Vestfalijoje iš grūsto plastiško betono 2000 m^3 talpos. Betoninių rezervuarų statymas turi būti atliktas labai tiksliai. Betonas nepatariama imti labai

Br. 41.
Akmeninių rezervuarų sienos.

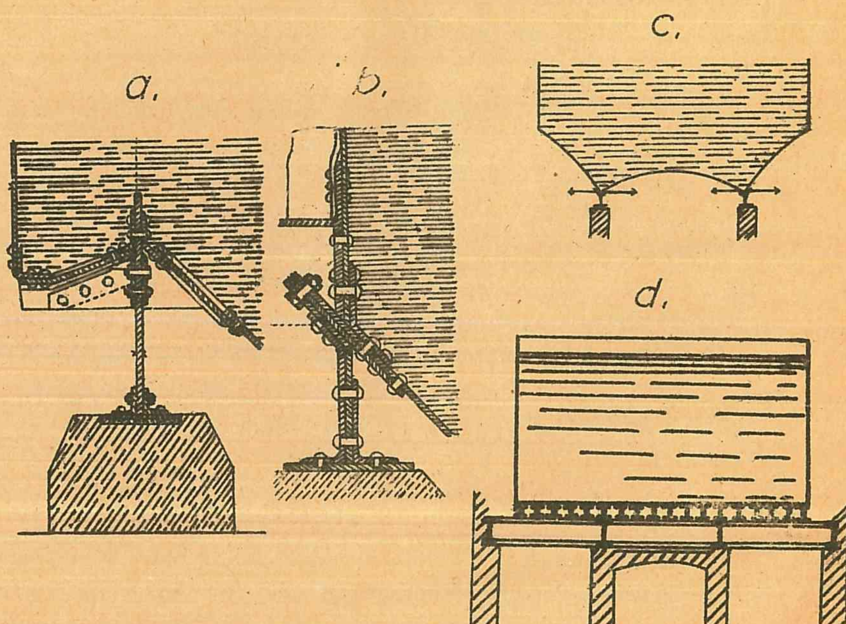


Br. 42. Vestfalijos rezervuaras.

Br. 43.

Geležinis rezervuaras.

R
h
a
x
y
m
s
p



riebus, nes tuomet greičiau pasidaro plyšiai. Kai kurie inžinieriai pataria stipriai grūsti drėgną betoną; mūsų nuomone, didelis vandens kiekis padeda betonui geriau sutapti ir sūdriau susigulėti; be to, didelės betono masės reikia ruošti nenutraukiant darbo, kad nepasidarytų nereikalingos siūlės. Statant rezervuaro sieneles, kaip ir kituose įtaisuose, kur higiena vaidina svarbų vaidmenį, reikia vengti kampų bei įlenkimų ir visur taikinti apskritas formas.

Akmeninės ir betoninės sienelės skaičiuojamos statybos mechanikos dėsniais. Reikia priimti domėn, kad rezervuaras gali būti be vandens ir su vandeniu; pirmuoju atveju reikia skaičiuoti žemės slėgimą. Akmeniniai rezervuarai būna labai didelės talpos; taip, viena Londono vandentiekių rezervuarų grupė talpina daugiau kaip 250 000 m^3 vandens atsargos.

Geležiniai ir gelžbetoniniai rezervuarai daromi, palyginant, nedideli: geležiniai ligi 2000 m^3, gelžbetoniniai ligi 4000 m^3, ir, paprastai, statomi ant bokšto. Geležiniai bakai daromi įvairių piūvių. Dažniausiai vartojamieji parodyti 43 brėž.; jų dugnas išlenktas ir sudaro rutulio segmentą ar net pusrutulį; paprastai, segmento aukštis lygus 0,3—0,4 radiuso R. Kai kuomet įtaisomas plokščias dugnas, kaip 43d brėžinyje; tuomet reikalinga dėti sijas dugnui palaikyti, kas neleidžia apžiūrėti dugno padėties. Brėžiniuose 43 a, b, c parodyta keletas būdų pastatyti baką ant bokšto sienų. Šoniniam slėgimui

$$m = \frac{p\,y}{Sin\,\beta} = \frac{\delta\,(h - x)\,R}{Sin\,\beta}$$

panaikinti dedama ant sienos išlenkta apskritimu sija. Leidžiamasai geležies lapų įtempimas imamas 800 kg./cm^2.

Brėžinyje 44 parodytas vienas dažniausių tipų vandens slėgimo bokštų. Kartais bokštai statomi labai aukšti ir del to jų stiprumas turi būti patikrintas del vėjo slėgimo, kaip fabrikų dūmtraukių. Pamatai turi būti gerai apskaičiuoti, kad visas bokštas slūgtų vienodai ir nepakryptų. Taip, pav., Odesoje bokštas pakrypo; jį pavyko atitiesti išpiovus cokolyje pusei apskritimo kylį; darbas buvo labai įdomus, bet rizikingas.

Bokšto sienos statomos iš akmens, plytų ar betono. Mūsų klimate sienos neturi peršalti, todel turi būti minimum 0, 70 m. storio.

Viršutinę bokšto dalį slegia tik stogas, o ne bakas su vandeniu; del to ta dalis reikalinga daryti lengvesnė, galima net medinė. Labai dažnai viršutinę dalį daro platesnę, negu apatinę; tuo-

met galima baką lengvai apžiūrėti. Jei bokštas aukštas, tai jis skirstomas į aukštus ir gali būti panaudotas sandėliams siurbliui pastatyti; tačiau higienos atžvilgiu negali būti naudojamas gyvenimui. Jeigu vanduo bake nuolat ir palyginant smarkiai juda, tai jis ir per šalčius neužšąla; tačiau, mūsų klimate naudinga bokštą šildyti ar atidirbtu garu nuo siurblių, ar specialiai įtaisytu bokšte apšildymu. Bokšto viduje įtaisomi geležies laiptai užlipti į viršų. Iš bako išeina paprastai ne mažiau kaip du vamzdžiu: vienas paduoti vandenį į vandentiekį, o kitas — nuleisti vandenį, kada jo paviršius peržengė tam tikrą ribą. Vandeniui įleisti daromas trečias vamzdis; vamzdžių sutvarkymas parodytas schematiškai brėžinyje 45. Čia *a* — vamzdis nuo siurblių, kuriuo paduoda vandenį į baką, *b* — tiekiąs vandenį į miestą; jo anga kiek aukščiau bako dugno, kad į jį nepatektų nuosėdų; *c* — nuleidžia vandenį, kada bakas būna perpildytas; vamzdis *d* išleidžia vandenį iš bako jį valant; *A*, *B*, *C*, *D*, *E* — kranai. Labai dažnai įtaisomos priemonės vandens kiekiui bake parodyti. Paprastai tai yra rodyklė bako išorės pusėje, judinama grandinės nuo plūduro, esančio bake, vamzdyje su plyšiais. Kai kuomet bakai statomi dviejuose aukštuose, ir tuomet bokštas atstoja vandens slėgimo koloną.

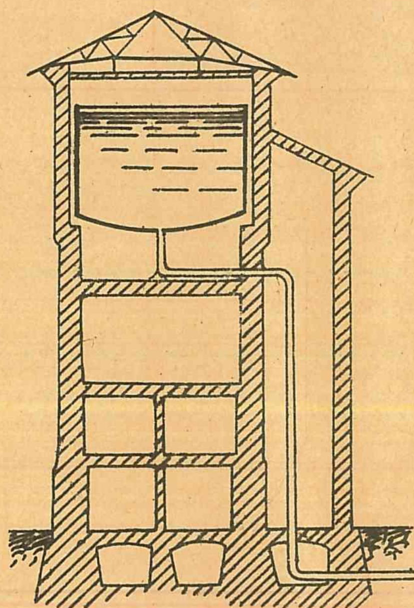
Vandens slėgimo bokšto fasadas statomas labai gražus ir sudaro miesto papuošimą. Bokštas nėra būtinas; galima pastatyti baką ant geležinių ar gelžbetoninių paramų; tuomet erdvė aplink baką turi būti apšildyta, o vamzdžiai turi būti apvilkti neperšąlančia medžiaga. Įtaisant pamatus slėgimas į gružą neturi būti didesnis kaip 2 kg/cm^2. Silpname gruže reikalinga pamatas praplėsti, darant jį betoninį arba ant polinio rostverko. Šiais laikais daug pradėjo statyti vandens slėgimo bokštų ir bakų iš gelžbetonio. Panašių įtaisų pavyzdžių yra kiekviename gelžbetonio kurse.

Tinklo vamzdžių skaičiavimas.

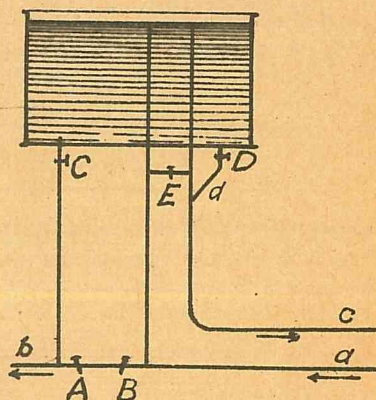
Aukščiau, brėž. 30, duota schema miesto kvartalų ir jų maitinimo vamzdžių tinklo. Paimsime pavyzdžiui du kvartalų (brėž. 46) ir sustatysime lentelę, kurioje surinksime visas žinias. Viršutinis kvartalas 1—2—3—4 apribotas vamzdžiais aa_1, a_1b_1, bb_1 ir ab. Vamzdis ab maitina sklypą 2 ir vamzdžio aa_1 pusę ligi taškui A; debitas vamzdžio aA aprūpina pusę ploto 1 sklypo; jį galima laikyti tolygiu ir taikinti formulę (23); tas debitas

$$q' = q + 0{,}55\, p,$$

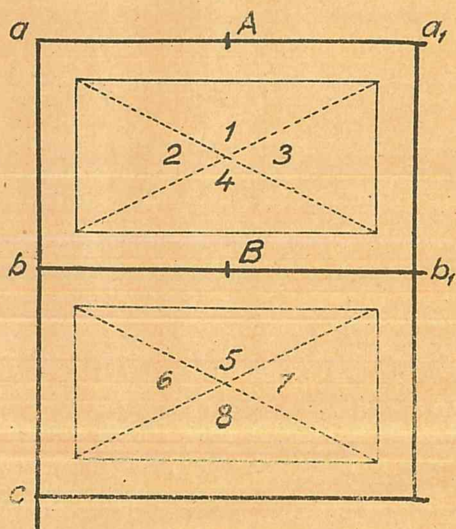
Br. 44.



Br. 45.



Br. 46.

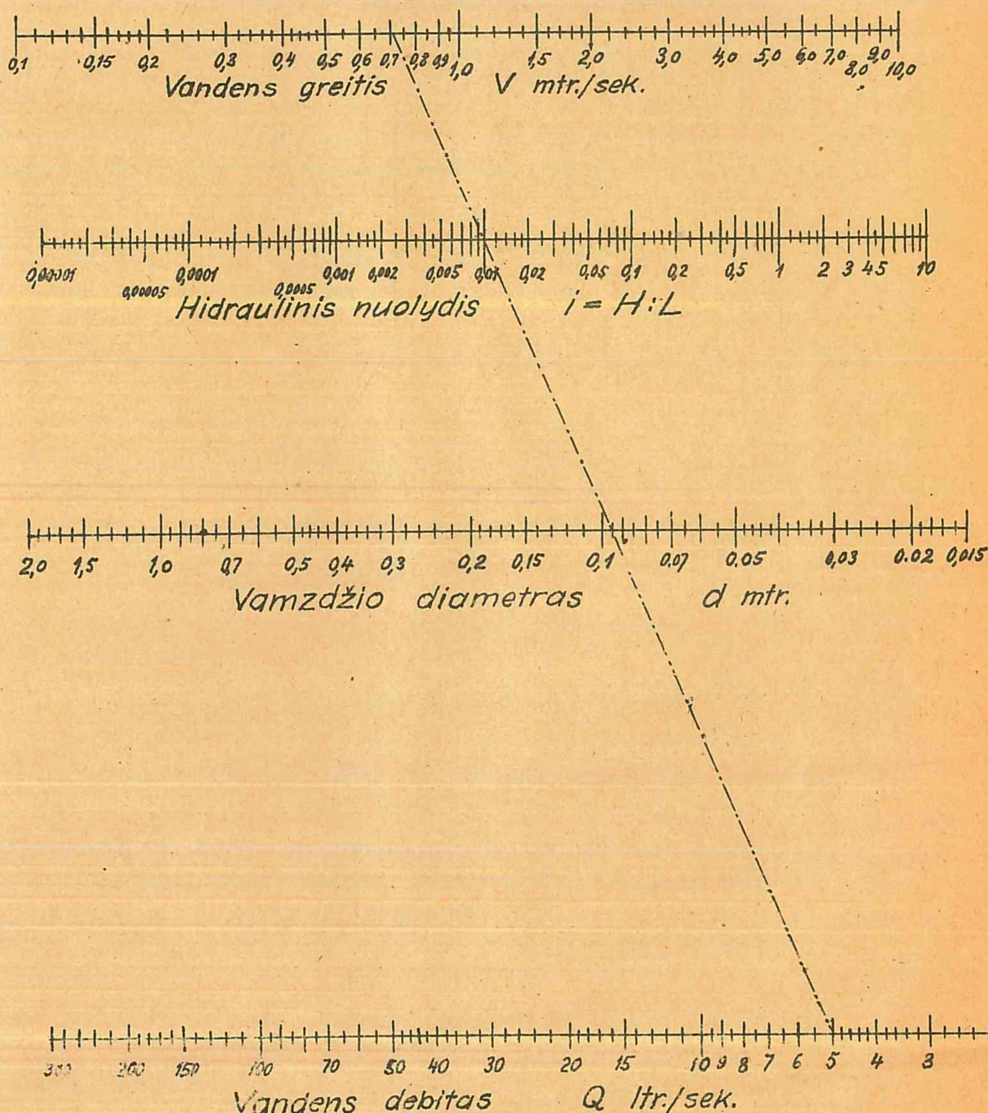


Br. 47.

Flamant'o formulei

$$h = 0{,}00092 \frac{V^{1{,}75}}{d^{1{,}25}} L \; ; \; h = 0{,}00140 \frac{Q^{1{,}75}}{d^{4{,}75}} L$$

NOMOGRAMA.



kur q—kiekis vandens, einančio pro vamzdį „tranzitu" ir p — naudojamo 1 sklypo pusėje. Jei tas sklypas paskutinis, tai, remiantis formule (24):

$$q' = {}^1/_3\, p.$$

Debitas p skaičiuojamas proporcionaliai teritorijos plotui ir gyventojų skaičiui.

Vamzdžių pažymėjimai	Vandens maitinamas plotas		Maksimalis sekundinis debitas		Debitas, del kurio skaičiuojamas vamzdis q'	Vamzdžio diametras d
	į kurį vanduo vedamas tranzitu	į kurį vanduo eikvojamas tolygiai	q tranzitinis	p eikvojamas tolygiai		
aA	—	$^1/_2$ *sklypo 1*	—	p_1	$^1/_3\, p_1$	d_1
ab	$^1/_2$ *sklypo 1*	*sklypas 2*	p_1	p_2	$p_1 + 0{,}55 p_2$	d_2
bB	—	$^1/_2$ *sklypų 4 ir 5*	—	p_3	$^1/_3\, p_3$	d_3
bc	$^1/_2$ *skl. 1, 4, 5+skl. 2*	*sklypas 6*	$q_1 = p_1 + p_2 + p_3$	p_4	$q_1 + 0{,}55 p_4$	d_4

Kai jau suskaičiuoti visų vamzdžių debitai, surandamas jų diametras. Tam tikslui vartojamos dvi metodės.

Užsiduodant greičiu, pav. $v = 1$ mtr/sek., visam tinklui arba jo daliai, skaičiuojamas vamzdžių diametras

$$d = \sqrt{\frac{4\,Q}{\pi\, v}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (25)$$

Greitį galima skaičiuoti pagal empirines formules (10), (11), (19), (20) ir kitas, arba sustatyti grafines lenteles—nomogramas.

Brėž. 47 duodama kiek sutrumpinta nomograma formulei Flamant'o (19) ir (22) prie $a = 0{,}00092$; iš jos galima surasti diametrą ir greitį, jei duotas debítas ir hidraulinis nuolydis $i = h : L$, arba atvirkščiai; pav.. duota: Q=5 sek. ltr., $i = 0{,}01$; per tuos taškus nomogramoje įtempiamas siūlas ar pravedama linija (žiūr. brėžinį), kuri kerta reikšmes: $d = 0.095$ mtr. ir $v = 0{,}71$ mtr./sek.

Turėdami miesto planą ir žinodami reikalingą kiekvienoje vietoje vandens debitą, skaičiuojame slėgimus (namų aukštis, gaisro prietaisai) ir toliau—vamzdžių diametrus. Sulig vamzdžių ilgiu ir diametru, naudojantis empirinėmis formulėmis ar nomo-

gramomis, skaičiuojame slėgimo nuostolius ir bokšto aukštį, toliau mašinų ir siurblių galingumą ir tt.

Kitas skaičiavimo būdas numato minimumą išlaidų vandentiekio tinklo įrengimui ir eksploatacijai. Pažymėkime p_1 — kainą visų tinklo vamzdžių, p_2 — magistralinio vamzdžio, kuris tiekia vandenį į rezervuarą, p_3—siurblių ir mašinų kainą, kartu su kapitalizuotomis eksploatacijos išlaidomis. Kaina p_1 proporcionali vamzdžių ilgiams L_1, L_2, L_3... ir diametrams $d_1, d_2, d_3 \ldots$:

$$p_1 = q L_1 d_1 + q L_2 d_2 + q L_3 d_3 + \ldots$$

kur q—kaina 1 metro diametro vieneto. Kaina p_2 buvo rasta aukščiau (28 pusl.), kaip funkcija diametro slėgimo vamzdžio d_0. Kaina p_3 taip pat pareina nuo diametrų d_0, d_1, d_2, $d_3 \ldots$; čia statoma sąlyga, kad laisvas slėgimas pasiektų tinklo galo.

Bendra kaina

$$P = p_1 + p_2 + p_3 = f(d_0, d_1, d_2, d_3 \ldots)$$

Suradus išvestinę sulig d, prilyginame ją nuliui ir randame diametrus.

Taip skaičiuojami magistraliniai vamzdžiai; antraeilinius pakanka skaičiuoti pagal minimalį greitį, kuris imamas maždaug 0,40 mtr./sek.

Vamzdžių tiesimas.

Vandentiekio vamzdžiai dedami į iškastus griovius žemiau peršalimo ribos. Jeigu griovis gilus, tai jo sienelės paremiamos lentomis. Grioviai galima kasti su nedidelėmis pertraukomis, kuriose daromi tuneliai. Vamzdžiai suskirstomi išilgai viso griovio; jie rankomis, jeigu nedidelio diametro, arba įvairiais keltuvais ar gervėmis tiesiami griovyje ir paskui užpilami.

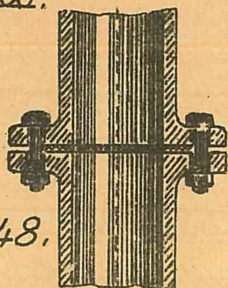
Didelio diametro vamzdžius, kaip jau buvo sakyta aukščiau, daro iš špižiaus, mažo diametro — iš geležies, išimtinais atvejais — iš vario ar švino. Vamzdžiai turi būti pagaminti tiksliai; jų sienelių storis milimetrais:

$$s = 8 + 0{,}016\, d \ldots\ldots\ldots\ldots (29)$$

arba (formule Alibrandi):

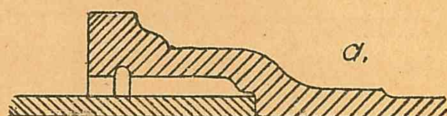
$$s = \frac{dh}{4000\, k}\left(1 + \sqrt{1 + 9\frac{kd}{h^2}}\right) \ldots\ldots (30)$$

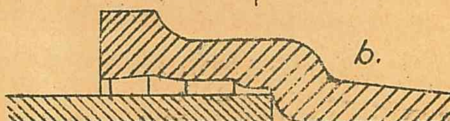
kur h—slėgimo aukštis, d—išorinis vamzdžio diametras, k—koeficientas: geležiai = 6, špižiui = 3 (mažam diametrui), 2 (vidutiniam) ar 1 (dideliam diametrui).

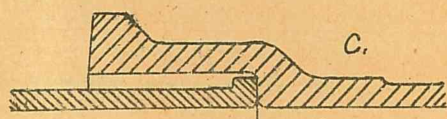


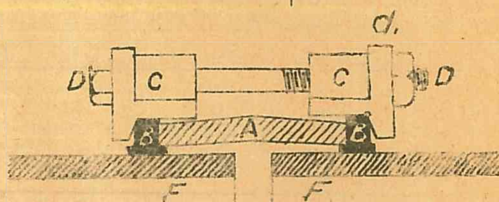
Br. 48.

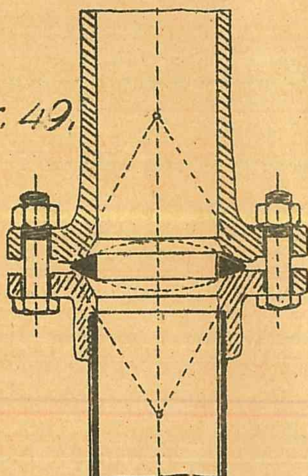
Br. 50.





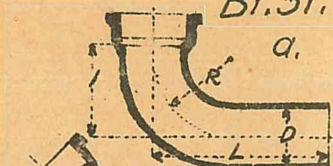


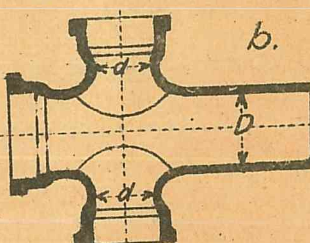


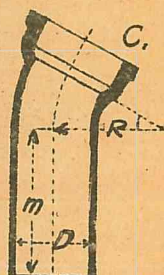


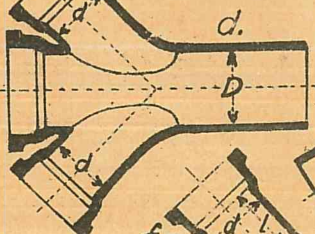
Br. 49.

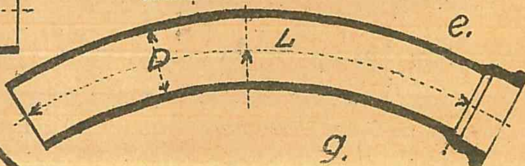
Br. 51. Fasoniniai vamzdžiai.

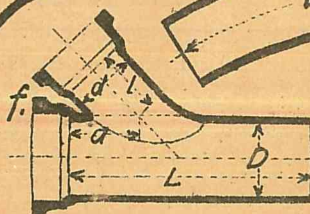


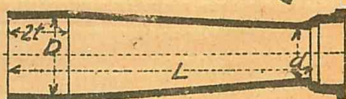












Priimant vamzdžius jų diametras neturi skirtis vienas nuo kito daugiau, kaip 3 mm., o jų svoris – ne daugiau kaip 3% nuo normos. Naujus vamzdžius, paprastai, dažo (84% akmens anglių dervos, 4% gumos, 12% linų aliejaus ir Burgundijos dervos mišinio). Dažymą reikia atlikti kol vamzdžiai šilti, kitaip dažai blogai laikosi.

Kiekvienu atveju vamzdžiai turi būti ištirti dvigubu hidrauliniu slėgimu, jei darbo slėgimas ligi 10 atm., ir pusantro karto slėgimu — jei aukščiau kaip 10 atm.

Vienas su kitu vamzdžiai jungiami arba flancais (sudūrimais), arba žiotimis. Brėžinyje 48 parodytas sujungimas suduriant flancais su kamšalu iš kartono su suriku ar pakulomis; brėžinyje 49 parodyta sujungimas flancu, įterpiant varinį ar misinginį žiedą. Esama daug sujungimo tipų. Sujungimai žiotimis duoti brėžinyje 50: būdas *a* priimtas Vienoje, Varšuvoje, Kiele, *b* — Berlyne, ir *c* — normalus vokiškas tipas. Brėž. *d* parodytas Ž i b o sujungimas, praktikuojamas dedant vamzdžius per balas ar netvirtą gružą. Jungiamų vamzdžių *F* galai apkabinami špižiaus žiedu *A*, kurio ilgis apie 100 mm. Ties žiedo *A* kraštais dedami gumos žiedai *B*; Šie suspaudžiami dviem špižiaus žiedais *C* ir varžtais *D*. Tas vamzdžių sujungimo būdas geriausias, nes leidžia vamzdžiams kiek judėti, tik jis brangesnis už kitus sujungimus. Į vamzdžių tarpus plakamas švinas. Sujungimai flancais patogūs tuo atžvilgiu, kad vamzdžiai galima išardyti jų negadinant, ko negalima padaryti sudūrimuose žiotimis.

Be tiesių vamzdžių, fabrikuose gaminami fasoniniai (br. 51): kryžminiai — *b*, dvyniai — *f*, tryniai — *d*, alkūnės — *a* ir *c*, kreivi vamzdžiai — *e* ir koniniai — *g* — įvairių diametrų vamzdžiams sujungti.

Kiek vamzdžių nutiesus, jų abu galai hermetiškai uždaromi ir bandomi hidrauliniu slėgimu. Jungimai magistralės su šoniniais daromi atliekant bendrą vamzdžių tiesimą parodytomis žiotimis, tryniais ir t. t. Įjungimas namų vandentiekio į gatvės vamzdį retai tenka atlikti betiesiant. Tuo reikalu prieš namus magistralėje paliekami dvyniai, kurių viena anga laikinai uždaroma. Labai dažnai namų vamzdį tenka įjungti vandentiekio veikimo laiku nepertraukus jo veikimo. Tuo reikalu praktikuojamas šioks būdas (brėž. 52): vamzdis *A* apkabinamas dviem apjamomis, kurių pagalba prie jo pritraukiamas vamzdis *B* su kranu. Prie to vamzdžio priveržia kitą vamzdį su riebokšliu *S*. Pro-

riebokšlį eina grąžtas *Z*; tas grąžtas taip pat įeina ir į krano *K* angą. Sukant rankeną grąžtu *T* daroma skylė vamzdžio *A* sienelėje; tuomet grąžtas pakeliamas aukščiau krano *K* ir kranas uždaromas; aukštutinis vamzdelis atsukamas ir prie vamzdžio *B* prisukamas namų vandentiekio vamzdis.

Brėžinyje 53 parodytas įtaisymas užrakinamojo krano (Ciuriche), kuris perskiria vandentiekio vamzdžius, pav., namų vandentiekį atskiria nuo gatvės. Brėžinyje 54 parodytas vadinamas hidrantas, arba gaisro kranas, prie kurio prisukamos gaisrininkų žarnos. Gatvės grindiny įtaisomas šulinėlis; vandentiekio magistralėje statomas atsišakojimas *B*, uždaromas klapanu *C*. Į lizdą *D* įstatomas stačias vamzdis (55 brėž.). Po to klapanas pakeliamas aukštyn ir vanduo patenka į statųjį vamzdį ir toliau.

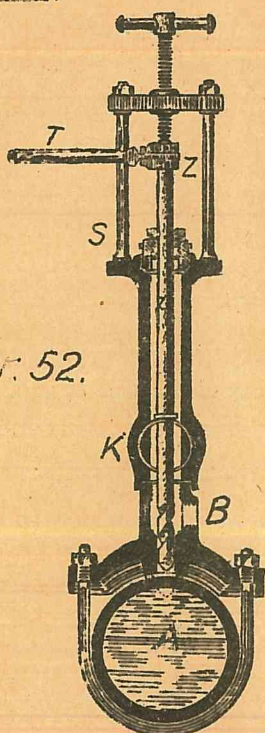
Namų vandentiekiai.

Namų vandentiekio atsišakojime, paprastai, įtaisomi du vyriausi uždaromieji kranai: vienas gatvėje, kitas namų kieme: už jo statomas vandens skaitiklis. Butuose, paprastai, dedami vamzdžiai nedidelio skersmens nuo 10 ligi 40 mm. Svarbiausius vamzdžius tiesia rūsyje, kur vamzdžius lengva apžiūrėti; nuo jų pro dvynius vedami statūs vamzdžiai į butus. Tuomet nereikia vamzdžių kreivinti ir lengva atskirti pagadintą šaką. Kiek didesnio diametro vamzdžiai vedami į tokius kambarius, kaip išeinamos vietos (25 mm.), skalbyklos, tynės (20 mm.); į virtuves ir kambarius vedami, paprastai, vamzdžiai nuo 10 ligi 15 mm. diametro. Vandentiekio vamzdis 25 —30 mm. diametro prie vidutinio slėgimo vidutiniame namų aukštyje duoda apie 1 litrą per sekundą. Žinoma, vandentiekio vamzdžiai turi būti padėti tokiose vietose, kad žiemą neužšaltų. Užšąlęs vamzdis, vandeniui skečiantis prie 0^0, sprogsta ir vandens tiekimas išyra.

Vanduo iš vandentiekio gaunamas pro kranus. Kadangi vandentiekyje vanduo eina slėgiamas, tai paprasti kranai čia netinka, nes iššaukia hidraulinį smūgį. Dažniausiai vartojami kranų tipai parodyti 56 brėžinyje. Vandens uždarymas atsiekiamas įsukant koninį ar apskritą dengtuvą su odos pamušalu. Panašūs kranai tvarkingai laikomi veikia gan ilgą laiką; jie lengvai pataisomi. Kranų esama labai daug įvairių sistemų: pav., kurie automatiškai užsidaro išleidę tam tikrą vandens kiekį; esama kranų, kurie veikia juos spaudžiant ranka, ir patys savaime užsidaro.

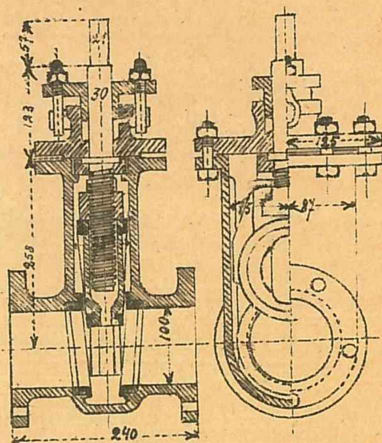
Pastebėta, kad blogai laikomas namų tinklas duoda labai daug nuostolių; 2 puslapyje buvo minėta, kad nuostoliai gali siekti

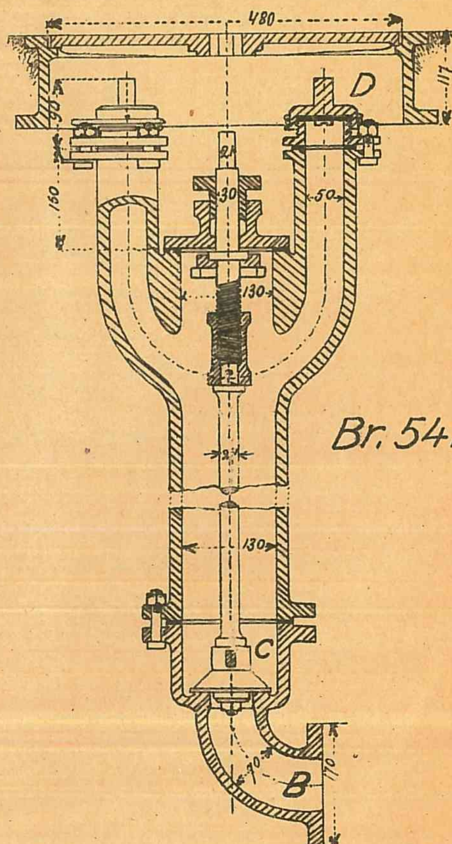
prie pusl. 43.



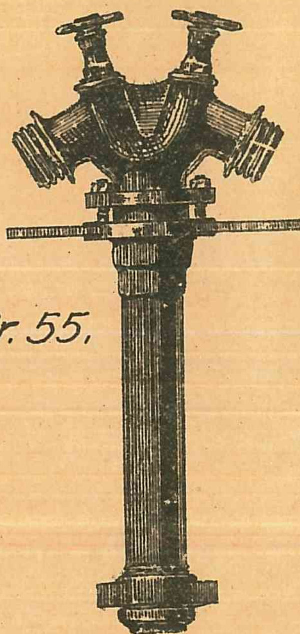
Br. 52.

Br. 53.





Br. 54.

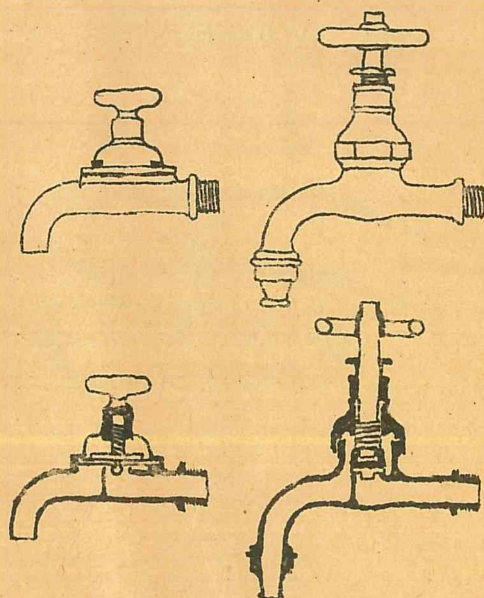


Br. 55.

prie pusl. 43.

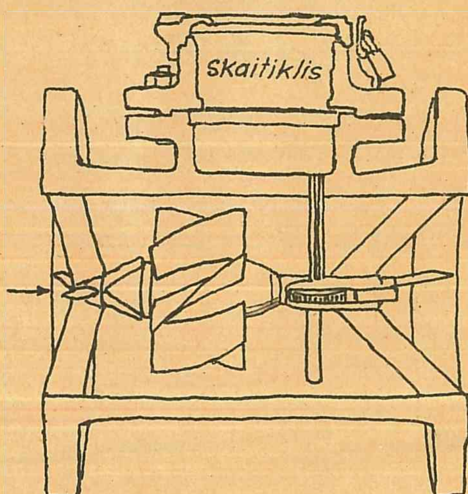
Br. 56.

Kranų tipai.

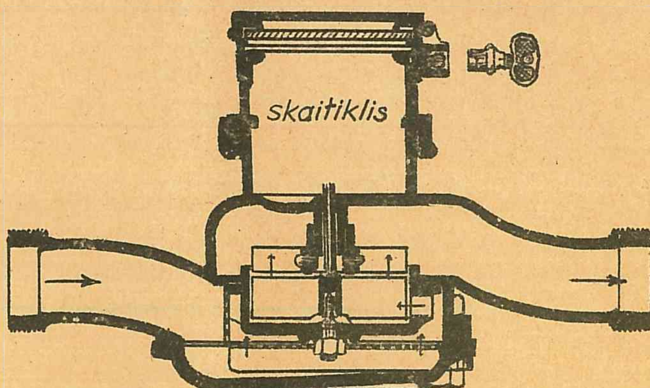


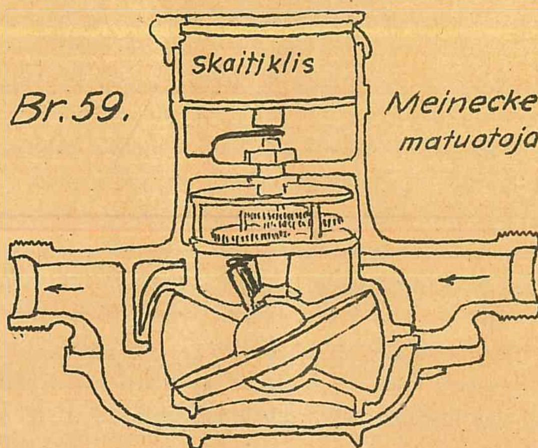
Br. 57.

Woltman'o matuotojas.



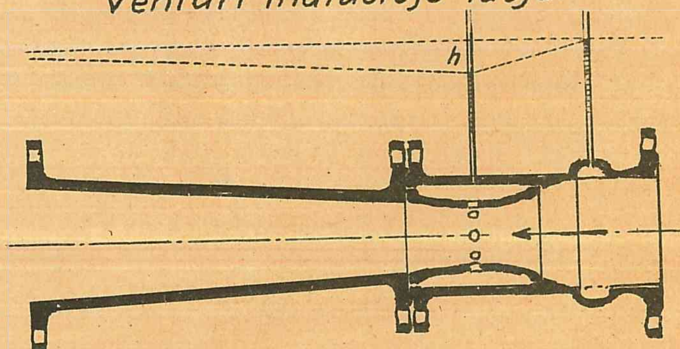
Br. 58.
Siemens'o matuotojas.





Br. 59. Meinecke's matuotojas.

Br. 60.
Venturi matuotojo ideja.



SK

60 % bendro vandens kiekio. Žymi dalis tų nuostolių pareina nuo namų vandentiekio netvarkos. Labai dažni sugedimai išeinamose vietose; jose paprastai statomi vandens atitekėjimo reguliatoriai, kurie palyginamai lengvai genda ir vanduo be reikalo teka. Viešose išeinamose vietose įtaisomi automatiški plautuvai; vanduo nuolat teka į baką pro ploną vamzdelį ir, pasiekęs tam tikro aukščio, būtent, viršutinio lygio, sifono vamzdeliu išsyk išsilieja. Beveik visuomet namuose vandentiekio vamzdis dedamas sienose greta su kanalizacijos vamzdžiais. Šis darbas turi būti tiksliai atliktas, kad vandentiekio vanduo neužsikrėstų bakterijomis iš kanalizacijos; pro nesandarius nuleidžiamųjų vamzdžių sudūrimus užsikrečia bakterijomis sienos ir vandentiekis.

Vandens matuotojai.

Sunaudojamo vandens kiekio matavimui į vandentiekio tinklą įjungiami tam tikri skaitikliai, vad. vandens matuotojais. Matuotojai įvairių firmų daromi keleto tipų: a) stumokliniai matuotojai, kuriuose vanduo paeiliui pripildo du cilinderiu ir kuriuose registruojami stumoklių judėjimai (sistema Fraget'o); b) malūnėliai su horizontale ašimi ir sraigto sparnais (sistema Woltman'o, brėž. 57); c) malūnėliai su vertikale ašimi ir plokščiais sparneliais (sistema Siemens'o, brėž. 58); d) disko matuotojai, kuriuose supasi apskrita plokštelė su segmentiniu padu (sistema Meinecke's, brėž. 59). Tuose instrumentuose ašies apsisukimai registruojami skaitikliu, talpinamu į kamerą su riebalais. Kiekis vandens, atatinkąs apsisukimams, nustatomas matuotojo taravimu, arba kalibravimu, betarpiškai matuojant praleista per instrumentą vandens tūrį.

Be nurodytų tipų praktikoje vis daugiau vartojamas išrastas Herschel'io vad. Venturi matuotojas, kuris matuoja debitą sulig skirtumu slėgimų, praleidžiant vandenį pro koninį vamzdį. Tas skirtumas h (brėž. 60) matuojamas manometru arba užrašomas popierio juostoje, kurią suka laikrodžio mechanizmas. Matuotojai Venturi gali būti įtaisyti bet kurio diametro vamzdžiuose, neturi judomų dalių, mažai suvaržo vandens tekėjimą ir tinka net nešvariam vandeniui, retai genda, o tikslumą duoda visai pakankamą praktikos reikalavimams. Smulkiau vandens matuotojų konstrukcija, veikimas ir taravimas dėstomi hidrometrijos kurse.

Turinys.

Technikos Fakulteto Leidiniai.

„Technika“ Nr. 1. 1924.

„Technika“ Nr. 2. 1925.

Prof. *Pr. Jodelė*. Statybos medžiagų technologija, 1923.

Prof. *J. Šimkus*. Cheminė technologija. I dalis: vanduo, kuras, 1923.

Prof. *J. Šliogeris*. Elektrotechnikos paskaitos, 1925.

„ „ „ Perkūnsargiai, 1925.

Prof. *P. Jankauskas*. Pritaikomosios mechanikos paskaitos, 1925.

Doc. *S. Kolupaila*. Lietuvos Hidrografija. I. Lietuvos upių baseinai, 1924.

„ „ „ Del debito kreivųjų, 1924.

„ „ „ Viena hidrometrijos problema, 1925.

„ „ „ Kauno niveliacijų reperiai, 1925.

Prof. *K. Vasiliauskas*. Apskritimo būdas statybos statikoje, 1925.

„ „ „ Bendrieji influentiniai dydžiai, 1925.

1

Technikos Fakulteto leidiniai.

„Technika“ Nr. 1. 1924.

„Technika“ Nr. 2. 1925.

Prof. *Pr. Jodelė.* Statybos medžiagų technologija, 1923.

Prof. *J. Šimkus.* Cheminė technologija. I dalis: vanduo, kuras, 1923.

Prof. *J. Šliogeris.* Elektrotechnikos paskaitos, 1925.

„ „ „ Perkūnsargiai, 1925.

Prof. *P. Jankauskas.* Pritaikomosios mechanikos paskaitos, 1925.

Doc. *S. Kolupaila.* Lietuvos Hidrografija. I. Lietuvos upių baseinai, 1924.

„ „ „ Del debito kreivųjų, 1924.

„ „ „ Viena hidrometrijos problema, 1925.

„ „ „ Kauno niveliacijų reperiai, 1925.

Prof. *K. Vasiliauskas.* Apskritimo būdas statybos statikoje, 1925.

„ „ „ Bendrieji influentiniai dydžiai, 1925.
